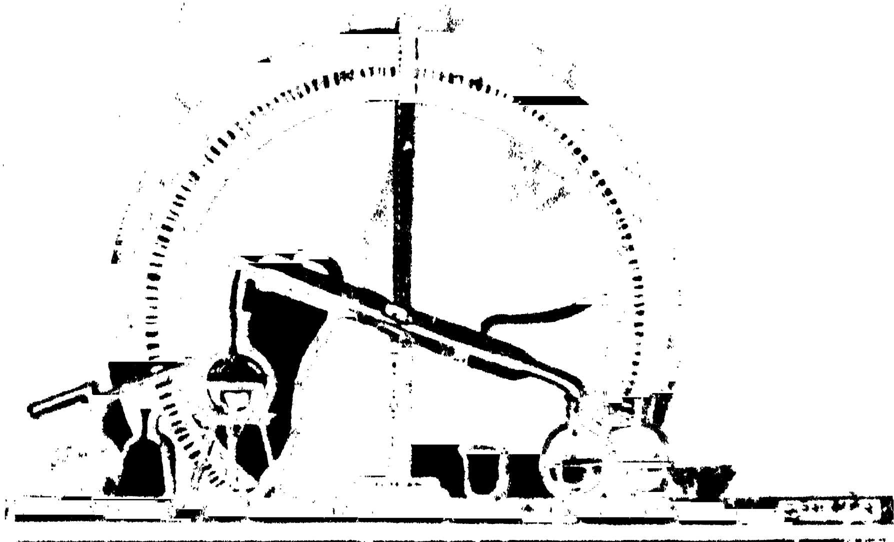
વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા

લેખક

ઠાકોરલાલ શ્રીપતરાય ઠાકોર

બી. એ., બી. એસ સી.



વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા

કર્તા
ઠાકોરલાલ શ્રીપતરાય ઠાકોર
બી. એ. બી. એસ સી.
પ્રોપ્રાયટરી હાઇસ્કુલ, અમદાવાદ.



પ્રકાશક
બાલગોવીન્દ કુબેરદાસ
બુકસેલર
ત્રણ દરવાજા, અમદાવાદ.

કીંમત દશ આના

સંવત ૧૯૮૭ સને ૧૯૩૧

મુદ્રક

ઇન્દ્રવદન બળવંતરાય ઠાકોર, પ્રજાબંધુ પ્રિન્ટીંગ વર્કસ્,

જેઠાભાઈની પોળ, ખાડીઆ, અમદાવાદ.

કર્ત્તાનાં પુસ્તકો

A Hand-Book of Matriculation Chemistry 0-10-0

A Text-Book of Matriculation Chemistry 1-0-0

A Text-Book of Physics for High Schools 2-0-0

Solutions of Matriculation Mathematics Papers 1911-31 by P. C. Shah, B. A. 1-10-0

પ્રસ્તાવના

મ્હોટી વયના વિદ્યાર્થીઓને વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંત સ્હમજાવવા પ્રયોગશાળામાં બોલાવતો ત્યારે ન્હાનાં બાળકોને એવું કુતૂહલ થતું કે એમને પણ એવી જ રીતે પ્રયોગશાળામાં બેસીને શીખવાનું મળે તો કંઇ અનેરો આનંદ થાય અને કંઇક જૂદી જ ભૂમિમાં પ્રવેશ કરાય ! વિજ્ઞાનને માટે એમનો આવો ઉત્સાહ જોઇ મ્હને પણ એમ થતું કે આવાં કુમળાં મગજને જ્ઞાન સાથે ગમ્મત મળતી હોય તો મ્હારે એમને આનંદ આપી જાતે પણ આનંદ અનુભવવો. એ વિચારથી વખત કાઢી અનેક પ્રયોગો એમને બતાવતો અને મ્હને એમ લાગતું કે એ પ્રયોગો એ કુમળાં હૃદયમાં સ્થાયી અસર કરતાં.

પણ એથી મ્હને સંતોષ ન થતો. પ્રયોગો કરતાં મ્હને એમ થયાં જ કરતું કે એ બધા પ્રયોગો અને સિદ્ધાંતો એક પુસ્તકમાં સરલ ભાષામાં છપાયાં હોય તો એની અસર વધારે સ્થાયી થાય. એ વિચારને કાર્યમાં મૂકવાનો આ અલ્પ પ્રયત્ન છે.

ઝડપથી પ્રગતિ કરતી દુનિઆમાં આપણે વિજ્ઞાન બરાબર સ્હમજીને તેનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ નહીં કરીએ તો એ પ્રગતિની રેલમાં આપણે તણાઇ જઇશું એમ મ્હને લાગે છે. દેશની સમૃદ્ધિમાં વિજ્ઞાન ઘણો ભાગ ભજવે છે એ તો જાપાન અને જર્મનીનો ઇતિહાસ બતાવે છે. આપણે ત્યાં ખનિજરૂપી અઢળક ધન દટાયેલું છે, જેનો ભવિષ્યમાં આપણે ઉપયોગ કરી દેશને સમૃદ્ધ બનાવવાનો છે. દેશના ઇતિહાસમાં એક નવું ઉજ્જ્વળ પ્રકરણ લખાય છે. એવા સમયે આપણા ન્હાનાં બાળકોમાં વિજ્ઞાનનાં અંકુરો ફાલેફુલે તો એના પરિણામે આપણી કંગાલ હાલત દૂર થાય. એ દિશામાં આ મ્હારો અલ્પ પ્રયત્ન કંઇક અંશે પણ સફળ થાય તો હું કૃતકૃત્ય માનીશ.

આ પુસ્તકના ત્રણ વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે જેમાંનો

પ્હેલો વિભાગ અંગ્રેજી પ્હેલા ધોરણ માટે અથવા ગુજરાતી પાંચમા ધોરણ માટે, બીજો વિભાગ અંગ્રેજી બીજા ધોરણ માટે અથવા ગુજરાતી છઠ્ઠા ધોરણ માટે અને ત્રીજો વિભાગ અંગ્રેજી ત્રીજા ધોરણ માટે અથવા ગુજરાતી સાતમા ધોરણ માટે રાખવામાં આવ્યો છે. શિક્ષકોને વિજ્ઞાન સ્હમજાવવું સરલ થાય એ હેતુથી અનેક ચિત્રો, સાધનોની યાદી અને અનેક સૂચનાઓ આપવામાં આવી છે. બાળકોને એ સૂચનાઓ મુજબ શીખવવામાં આવે તો આગળ જતાં એ બાળકોને અભ્યાસમાં અને વ્યવહારમાં સરલતા થાય અને વિજ્ઞાનમાં રસ લઈ જાતનું અને દેશનું કલ્યાણ કરે.

આ પુસ્તકનાં ચિત્રો તૈયાર કરવામાં મ્હારા શિષ્યો ભાઇ સુરેશ અજીતરાય ઠાકોર, ભાઇ હરિવદન ભટ્ટ અને ભાઇ મંજુલાલ બિહારીલાલ દેસાઇએ જે મહેનત લીધી છે તે માટે તેમનો જેટલો આભાર માનું તેટલો ઓછો છે.

જેઠાભાઇની પોળ,
ખાડીઆ-અમદાવાદ.
તા. ૨૫ જુન ૧૯૩૧.

ઠાકોરલાલ શ્રીપતરાય ઠાકોર



અનુક્રમણિકા

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૧

પ્રકરણ	ભૌતિક શાસ્ત્ર	પાનું
૧	ભૌતિક શાસ્ત્રનાં મૂળતત્ત્વો	૧
૨	પદાર્થોનાં વજન અને ગુરૂત્વાકર્ષણ	૨
૩	પાણીમાં અને હવામાં તરતા પદાર્થો	૬
૪	આર્કીમીડીસનો નિયમ	૧૨
૫	વજન ઊંચકવાનાં યંત્રો	૧૫
૬	હવા	૨૦
૭	વાતાકર્ષક યંત્રની ઘટના	૨૬
૮	જલાકર્ષક યંત્રની ઘટના	૨૭
૯	બકનળી અને વાસુદેવ પ્યાલો	૩૦
	લોહચુંબકત્વ	
૧૦	લોહચુંબક અને લોહચુંબકત્વ	૩૨
૧૧	લોહચુંબક, તેની બનાવટ અને ઉપયોગ ...	૩૫
૧૨	ચુંબકત્વનું કારણ	૩૬
૧૩	હોકાયંત્ર	૩૮

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૨

પ્રકરણ	ઉષ્ણતા	પાનું
૧	પદાર્થો ઉપર ગરમીની અસરઃ પદાર્થોનું વધવું ...	૧
૨	ઉષ્ણતામાપક યંત્રો (થર્મોમીટર)	૪
૩	ઉષ્ણતાવહન	૮
૪	ઉષ્ણતાનયન	૧૩
	પ્રકાશ	
૫	પ્રકાશનું પરાવર્તન	૧૫
૬	પ્રતિબિંબ અને પ્રતિબિંબો	૨૦
૭	પ્રકાશનું વક્રીભવન	૨૩

૮ વક્રીભવન અને મેઘધનુષ્ય ૨૮

ઘર્ષણ વિદ્યુત

૯ ઘર્ષણ વિદ્યુત અને તેના નિયમો ૩૧
૧૦ વિદ્યુતનું ઉપપાદન અને તેની અસર ૩૪

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૩

પ્રકરણ રસાયન શાસ્ત્ર પાનું

૧ ભૌતિક વિકાર અને રસાયન વિકાર ૧
૨ દ્રાવણ, દ્રાવ્યતા, દ્રાવક ૪
૩ હવા ૮
૪ દહન અને શ્વાસોશ્વાસ ૧૧
૫ પ્રાણવાયુ ૧૩
૬ નત્રવાયુ ૧૬
૭ અપાનવાયુ: એમોનીઆ ૧૭
૮ પાણી ૨૦
૯ કાર્બન (કોલસો) અને તેના પ્રકાર ૨૪
૧૦ કોલસો અને કોલસાનો વાયુ (કોલ ગેસ) ... ૨૯
૧૧ ગંધક અને તેના પ્રકાર ૩૦
૧૨ દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનીક એસીડ ગેસ ... ૩૨
૧૩ સ્ફુરક અને તેના પ્રકાર ૩૫
૧૪ દિવાસળી ૩૬
૧૫ તેજાબ (એસીડ) ૩૯
૧૬ અલ્કલી અને ક્ષાર ૪૧
૧૭ સાબુ ૪૫
રસાયનો, તેનાં નામ, સંજ્ઞા વગેરે ૪૭

પ્રવાહ વિજળી

૧ પ્રવાહ વિજળીની ઉત્પત્તિ ૫૩
૨ વિજળીના જલદવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો ... ૫૬
૩ વિજળીની અસર અને ઉપયોગ ૫૯

વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા.

ભાગ ૧.

ભૌતિક શાસ્ત્રનાં મૂળતત્ત્વો.

પ્રકરણ ૧.

પદાર્થોના ત્રણ પ્રકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી:

(૧) ત્રણ ચાર કસનળી, (Test tubes) (૨) રકાબી, (૩) બરફ, (૪) નવસાર, (૫) આયોડીન (નેલ) અને (૬) ગંધક.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) બરફને એક રકાબીમાં મૂકો; બરફનું પાણી થાય છે તે બતાવો.

(૨) પાણીને કસનળીમાં ઉન્હું કરો; પાણીની વરાળ થાય છે તે બતાવો; પાણીની ત્રણ સ્થિતિ છે એ સિદ્ધ કરો.

(૩) એક કસનળીમાં નવસાર લઈ નળીને ઉન્હી કરો; નવસાર પીગળતો નથી પણ એનો ધૂપ થાય છે તે બતાવો; નવસારની ત્રણને બદલે બે જ સ્થિતિ છે તે સિદ્ધ કરો.

(૪) કસનળીમાં આયોડીન (નેલ) લઇ નળીને ઉન્હી કરો. નેલ પીગળતો નથી પણ તેનો ધૂપ તરત થઈ જાય છે તે બતાવો; નેલની બે જ સ્થિતિ છે તે સિદ્ધ કરો.

(આયોડીયન ઘન પદાર્થ છે એ તરફ વિદ્યાર્થીનું ધ્યાન દોરો. સ્પીરીટ-માં એનું દ્રાવણ કરવાથી આયોડીન ટીંકચર થાય છે એ બતાવો.)

(૫) ગંધકને કસનળીમાં ઉન્હો કરો. તે પીગળી જાય છે, પછી ઘન થાય છે, પાછો પીગળે છે અને ઉકળે છે અને અંતે એનો ઘેરો લાલ–ભૂરો અને નારંગી ધૂપ નીકળે છે એ બતાવો. ગંધકને બે ઘન, બે પ્રવાહી અને એક ધૂપક સ્થિતિ હોય છે તે સિદ્ધ કરો.

આપણે બરફ લઇએ. તે ઘન છે. તેને ગરમી મળવાથી પીગળી જાય છે અને તેનું પાણી થાય છે. પાણીને ઉકાળીએ તો પાણીની વરાળ થાય છે.

મીણબત્તી લઇએ. તે ઘન છે. તેને ગરમી આપીએ એટલે પ્રવાહી થાય. એ પ્રવાહીને ગરમ કરીએ તેા વાયુ થઇ ઊડી જાય.

આ પ્રમાણે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે દરેક **પદાર્થની ત્રણ સ્થિતિ હોય છે, ઘન, પ્રવાહી અને ધૂપક.**

લેાખંડ, તાંબુ વગેરે ધાતુઓની પણ ત્રણ સ્થિતિ હોય છે. લેાખંડને બહુ ગરમ કરીએ તેા પ્રવાહી થાય અને એના કરતાં વધારે તપાવીએ તેા તેનેા ધૂપ થાય.

પણ આ નિયમના કેટલાક અપવાદ છે. દાખલા તરીકે **નવસારને** ગરમ કરીએ તેા નવસાર પ્રવાહી કદાપિ નહીં જ થાય. પણ નવસારમાંથી ધૂપ નીકળવા માંડશે જે બતાવે છે કે **નવસારને બે જ સ્થિતિ છે, એક ઘન અને બીજી ધૂપક.**

એ તેા સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે જ્યારે કલાઈ કરનાર નવસાર ચેાપડે છે ત્યારે ધેાળેા ધૂપ નીકળે છે. **કપુરને** અને **નૈલને** ગરમ કરીએ તેા કપુર અને નૈલ પીગળશે નહીં પણ એકદમ બળીને ધૂપક અવસ્થા પ્રાપ્ત કરશે. આ બતાવે છે કે **નવસાર, કપુર અને નૈલની ત્રણને બદલે બે જ અવસ્થા છે.**

ગંધક ઉપર ગરમીની અસર કપુર, નૈલ અને નવસાર કરતાં જૂદી જ છે. ગંધકને ગરમ કરીએ તેા પીગળી જાય; હજી ગરમ કરીએ તેા પાછેા ઘન થાય; વધારે ગરમ કરીએ તેા પ્રવાહી થાય અને ઉકળવા માંડે, અને ઘેરા, લાલ, ભૂરા અને નારંગી ધૂમાડા બ્હાર નીકળે. **આમ ઘન ગંધકની પાંચ અવસ્થા છે, બે ઘન, બે પ્રવાહી અને એક ધૂપક.**

પ્રકરણ ૨

પદાર્થોનાં વજન, અને ગુરૂત્વાકર્ષણ.

સાધનેાની યાદી.

(૧) લાકડું, (૨) સીસું, (૩) લેાખંડ, (૪) પત્થર, (૫) દિવેલ, (૬) પેટ્રેાલ, (૭) ઘાસ્તેલ (૮) કશનળીઓ અને (૯) જલપાત્ર.

શિક્ષકને સૂચનાઃ—

(૧) લાકડાનો કકડો પાણીમાં મૂકો; તે તરે છે તે બતાવો.

(૨) સીસાનો અને લોખંડનો કકડો, અને પત્થર પાણીમાં નાખો. તે ડૂબી જાય છે તે બતાવો.

(૩) ત્રણ કશનળીમાં પાણી લો; એકમાં દિવેલ, બીજીમાં પેટ્રોલ અને ત્રીજીમાં ઘાસ્તેલ નાંખો. ત્રણે પ્રવાહી તરે છે તે બતાવો.

(૪) લાકડું, દિવેલ, ઘાસ્તેલ, અને પેટ્રોલ પાણી કરતાં હલકાં છે.

અને

સીસું, લોખંડ, પત્થર વગેરે પાણી કરતાં ભારે છે, એ સિદ્ધ કરો.

એ તો સામાન્ય જ્ઞાનની વસ્તુ છે કે લાકડું પાણીમાં તરે છે, જ્યારે લોખંડ, સોનું, પારો, સીસું, પત્થર વગેરે પાણીમાં ડૂબી જાય છે.

એ જ પ્રમાણે ત્રણ કશનળીમાં પાણી લઇ, દિવેલ, પેટ્રોલ અને ઘાસ્તેલ જૂદી જૂદી કશનળીમાં નાંખીએ તો માલમ પડશે કે એ ત્રણે પ્રવાહી પદાર્થો પાણીમાં તરે છે. આ ઉપરથી એટલું અનુમાન થઇ શકે કે,

લાકડું, દિવેલ, પેટ્રોલ અને ઘાસ્તેલ પાણી કરતાં હલકાં છે.

જ્યારે

લોખંડ, સોનું, પારો, સીસું, પત્થર વગેરે પાણી કરતાં ભારે છે.

હવે એ બધા પદાર્થો પાણી કરતાં કેટલાં હલકાં અને કેટલાં ભારે છે તેનો વિચાર કરીએ.

આપણે એક પોલો ઘન લઇએ. તેની દરેક બાજુ એક ફુટ છે, એટલે તેનું ક્ષેત્રફળ એક ચોરસ ફુટ ગણાય અને તેનું કદ ૧ ઘનફુટ કહેવાય છે. હવે એમાં પાણી ભરીએ અને આપણે એનું વજન કરીએ, તો ફક્ત **એક ફુટ પાણીનું જ વજન આશરે ૬૨ પાઉન્ડ થશે.** એ જ પ્રમાણે એવા ઘનની અંદર પારો ભરીએ તો તેનું વજન ૮૪૮ પાઉન્ડ થશે, જેના ઉપરથી ત્હમને માલમ પડશે **કે પાણી કરતાં પારો આશરે ૧૩।। ગણો ભારે છે.**

પેટ્રોલ પાણી લોખંડ સીસું પારો સોનું



૪૩ ૬૨ ૪૮૬ ૭૦૯ ૮૪૮ ૧૨૦૫ પાઉન્ડ

ચિત્ર નં. ૧

એ જ ઘનમાં પેટ્રોલ ભરીને વજન કરીશું તો એનું વજન આશરે ૪૩ પાઉન્ડ થશે જે બતાવે છે કે પેટ્રોલ પાણી કરતાં ૭/૧૦ ગણું હલકું છે.

એ જ પ્રમાણે લોખંડનો એક ઘન, સોનાનો એક ઘન, સીસાંનો એક ઘન લો અને વજન કરો તો તેનાં વજન અનુક્રમે ૪૮૬, ૧૨૦૫, ૭૦૯ પાઉન્ડ થશે જે બતાવે છે કે આ બધા પદાર્થો પાણી કરતાં અનુક્રમે ૭૮/૧૦, ૧૯૩/૧૦, ૧૧૪/૧૦ ગણાં ભારે છે. આ બધા વજન ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે

લાકડું સૌથી હલકું છે અને સોનું સૌથી ભારે છે, જ્યારે પેટ્રોલ સિવાય બધી વસ્તુઓ પાણી કરતાં ભારે છે.

હવે આપણે પદાર્થોનાં વજન એટલે શું એ તપાસીએ.

આપણે જાણીએ છીએ કે પથરો ઊંચે ફેંકવામાં આવે તો નીચે પડે.

ઝાડ ઉપરથી ફળ પડે તો જમીન ઉપર પડે. સવાલ એ છે કે ફળ ઊંચે કેમ જતું નથી, અને નીચે કેમ આવે છે? નીચે આવવાનું કારણ છે.

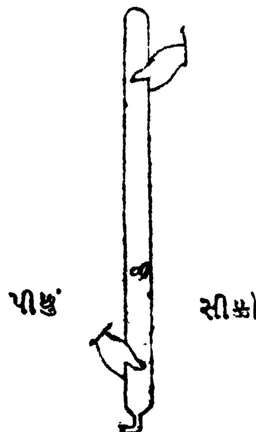
આઇઝેક ન્યુટન નામના વિજ્ઞાનીએ શોધી કહાડયું કે દરેક પદાર્થને પૃથ્વી આકર્ષે છે, હલકા પદાર્થને ઓછા બળથી અને ભારે પદાર્થને વધારે બળથી. આપણે જ્યારે એમ કહીએ કે એક ઘનફુટ પારાનું વજન ૮૪૮ પાઉન્ડ છે ત્યારે એનો અર્થ એ એક ઘનફુટ જેટલા પારાને પૃથ્વી ૮૪૮ પાઉન્ડના બળે ખેંચે છે. આપણે જ્યારે એમ કહીએ કે આપણા શરીરનું વજન ૮૦ પાઉન્ડ છે ત્યારે

એનો અર્થ એ કે પૃથ્વી આપણને ૮૦ પાઉન્ડના બળથી આકર્ષે છે. તેથી

વજન એ પૃથ્વીના આકર્ષણનું માપ છે.

આ જે આકર્ષણની આપણે વાત કરી તે આકર્ષણ ગુરૂત્વાકર્ષણ નામે ઓળખાય છે. દરેક વસ્તુ ઉપર ગુરૂત્વાકર્ષણ સરખું હોય છે. એક પાઉન્ડ અને બે પાઉન્ડના પથરા આપણે નાંખીએ તો બન્ને એકી જ વખતે જમીન ઉપર પડશે. પણ આપણે એક પથર અને એક કાગળ નાંખીએ તો આપણને એમ લાગશે કે પથરો વ્હેલો પડશે અને કાગળ મોડો પડશે. આનું કારણ એ નથી કે કાગળ હલકો હોવાથી એના ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ ઓછું છે. પણ કાગળને પવન વગેરેની ઘણી નડતર હોય છે. **ગેલીલો** નામના વિજ્ઞાનિકે બતાવી આપ્યું કે એક લાંબી પોલી નળીમાંથી હવા કાઢી નાંખી તેમાં **એક સીક્કો અને એક પીછું નાંખવામાં આવે તો બન્ને સાથે જ પડશે. એ બતાવે છે કે પૃથ્વીનું આકર્ષણ બધા પદાર્થો ઉપર સરખું છે.**

હવા વિનાની નળી



ચિત્ર નં. ૨

પ્રકરણ ૩.

પાણીમાં અને હવામાં તરતા પદાર્થો.

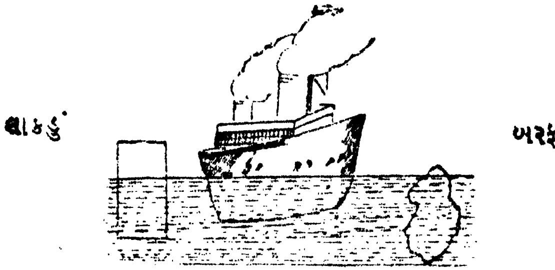
શિક્ષકને સૂચના:—

[૧) બલૂન, એરોપ્લેન, ઝેપેલીન, સબમેરીનનાં ચિત્રો બતાવો.

(૨) સબમેરીનમાંથી બહાર જોવાનું યંત્ર દરિયાની સપાટી ઉપર રહે એવી રીતે જ સબમેરીનને ડુબાવવામાં આવે છે તે સમજાવો.

(૩) બલૂન, ઝેપેલીન અને એરોપ્લેનનો તફાવત સમજાવો.

(૪) બલૂન, ઝેપેલીનમાં આર્દ્રવાયુ વપરાય છે જ્યારે એરોપ્લેનમાં વાયુ વપરાતો જ નથી અને ગતિ ત્વરિત હોય છે તે બતાવો.



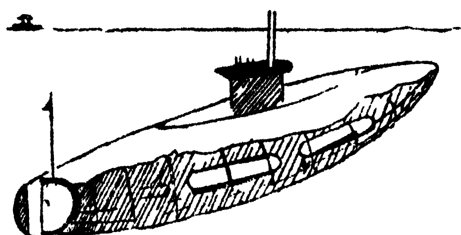
ચિત્ર નં. ૩

આપણે જોઇ ગયા કે લાકડું, દિવેલ, પેટ્રોલ, ઘાસતેલ વગેરે પદાર્થો પાણીથી હલકા હોવાથી તરે છે જ્યારે પત્થર, લોખંડ, સીસું વગેરે પદાર્થો પાણીથી ભારે હોવાથી પાણીમાં ડૂબી જાય છે. બરફ પાણીમાં નાંખીએ તો તરે. દરિયામાં કેટલીક વાર મ્હોટા બરફના પર્વતો તરતા જોવામાં આવે છે. તેનું કારણ એ છે કે **બરફ પાણી કરતાં થોડો હલકો છે.** એથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે

પાણીથી હલકા પદાર્થો પાણીમાં તરે છે.
પાણીથી ભારે પદાર્થો પાણીમાં ડૂબે છે.

તો સામાન્ય સવાલ એ થાય છે લોખંડના બનેલા વ્હાણો કેવી રીતે પાણીમાં તરી શકે? એનું કારણ એ છે કે વ્હાણ પોલું

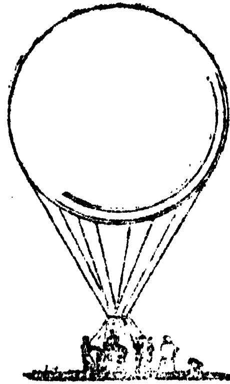
હોવાથી અંદર ઘણી જ હવા ભરેલી હોય છે એટલે એકંદરે **લોખંડનું વ્હાણ પાણી કરતાં હલકું છે.** હવે જો એ વ્હાણમાં ગાબડું પડે તો પાણી પેસી જવાથી એનું વજન વધે છે અને તે ડૂબી જાય છે. આ જ સિદ્ધાંત ઉપર પાણીમાં ચાલતાં વ્હાણો રચાયાં છે.



સબમેરીન ચિત્ર નં. ૪

સબમેરીન એટલે પાણીની અંદર ચાલતું વ્હાણ. તે સાધારણ રીતે દરિયાની સપાટી ઉપર તરતું હોય છે, પણ એની અંદર પાણી ભરવા માટે મ્હોટી ટાંકીઓ રાખવામાં આવે છે. જ્યારે વ્હાણના કેપ્ટનને ગુપ્ત રીતે કામ કરવા પાણીમાં પેસી જવું હોય ત્યારે એ આ ટાંકીઓમાં પાણી લે જેથી વ્હાણનું વજન વધે અને સબમેરીન નીચે જાય. જ્યારે પાછું ઉપર આવવું હોય ત્યારે ટાંકીમાંથી પાણી કાઢી નાંખે એટલે વ્હાણ હલકું થાય અને ઉપર આવે. દરિયાની સપાટી ઉપરની વસ્તુઓ જોવા માટે એમાં એક લાંબી નળી રાખવામાં આવે છે જેની ટોચ બ્હાર રહે છે અને બીજો છેડો સબમેરીનમાં રહે છે. બન્ને છેડે કાચ રાખવામાં આવે છે અને સબમેરીનને એવી રીતે ડુબાવવામાં આવે છે કે **નળીની ટોચ અને સાથેનો કાચ સપાટી ઉપર રહે.** પદાર્થોનું પ્રતિબિંબ ટોચ ઉપરના કાચમાં પડે અને એ પ્રતિબિંબનું પ્રતિબિંબ સબમેરીનના કાચમાં પડે, જેથી પદાર્થ જોઇ શકાય.

બલૂન.



ચિત્ર નં. ૫

બલૂન

જે પ્રમાણે પાણીથી હલકા પદાર્થો પાણીમાં તરે છે તે જ પ્રમાણે હવાથી હલકા પદાર્થો હવામાં તરે છે. આ સિદ્ધાંત ઉપર **બલૂન અને વિમાનો** રચાયાં છે. બલૂનની અંદર કોઇ એવો વાયુ આપણે ભરવો જોઇએ જે હવા કરતાં હલકો હોય. ગરમ હવા ઠંડી હવા કરતાં હલકી હોય છે એટલે શરૂઆતમાં બલૂનમાં ગરમ હવા ભરવામાં આવતી. એ બલૂન ઉપર જતું પણ હવા પાછી ઠંડી પડી જતી એટલે બલૂન નીચે આવતું. પછીથી કોલસામાંથી નીકળતો **કોલસાનો વાયુ** ભરવામાં આવ્યો, જે હવા કરતાં $\frac{૧}{૨}$ ગણો હલકો છે, પણ તેથી બલૂન બહુ ઊંચે ન ઊડી શકતું. પછી **હાઇડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ** શોધી કાઢવામાં આવ્યો જે હવા કરતાં $\frac{૭}{૧૦૦}$ ગણો હલકો છે, એટલે એની મદદથી ઘણે ઊંચે ઊડી શકાય. આવાં બલૂનો ૩૭૦૦૦ ફુટ ઊંચે ઊડી શક્યાં છે.

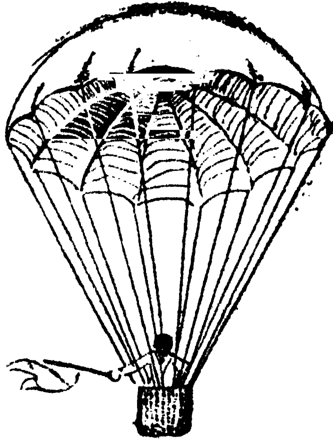
બલૂનને જ્યારે ઊરાડવું હોય ત્યારે તેની મ્હોટી કોથળીમાં

આર્દ્રવાયુ ભરવામાં આવે છે. આર્દ્રવાયુ એટલો હલકો છે કે બલૂનને જમીન સાથે બાંધી રાખવામાં આવે છે. જ્યારે પૂરેપૂરો આર્દ્રવાયુ ભરાઇ જાય ત્યારે નીચેના કંડીયામાં બલૂન ઉરાડનાર રેતીની કોથળી સાથે બેસે છે અને પછી દોરડાં કાપી નાંખવામાં આવે છે. રેતીની કોથળીઓ રાખવાનું પ્રયોજન એ હોય છે કે બલૂન સીધું રહી શકે અને જો વજન વધી જતું લાગે તો ઉરાડનાર કોથળીઓ નીચે નાંખી શકે જેથી બલૂન હલકું થતું જાય અને ઊડતું જાય.

જ્યારે વિમાનીને નીચે ઉતરવું હોય ત્યારે બલૂનના એક છિદ્રમાંથી આર્દ્રવાયુ ધીમે ધીમે કાઢી નાંખવામાં આવે છે એટલે બલૂન ભારે થતું જાય છે અને ઉતરે છે.

બલૂનમાં અકસ્માત થાય તો સ્હેલાઇથી ઉતરવા માટે છત્રીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

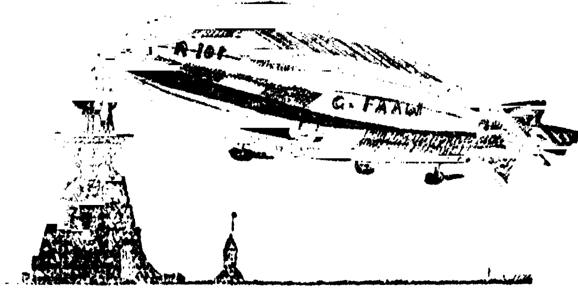
બલૂનની છત્રી.



ચિત્ર નં. ૫ અ

આર્દ્રવાયુ બ્હાર નીકળી ન જાય તે માટે કોથળીમાં બે રેશમના પડની વચ્ચે રબરનું પડ મૂકી રસાયન ચોપડવામાં આવે છે.

આર ૧૦૧



ચિત્ર નં. ૬

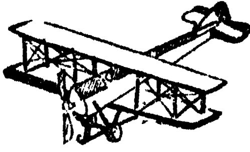
ઝેપેલીન.

બલૂનનો ગેરફાયદો એ કે ગમે તે દિશામાં પવન સાથે ઘસડાય. **કાઉન્ટ ઝેપેલીન** નામના વિજ્ઞાનીએ ધારેલી દિશામાં ઉડવાને માટે ઝેપેલીન નામનું વિમાન બનાવ્યું જે **૪૮૦ ફુટ લાંબુ** અને **૪૮ ફુટ પહોળું** હતું અને એલ્યુમીનીઅમ ધાતુનું બનાવેલું હતું. એમાં આર્દ્રવાયુ ભરવામાં આવ્યો હતો જેથી ઝેપેલીન હલકું થવાથી ઉડતું ધારેલી દિશામાં ઉડવા માટે ઝેપેલીન નીચે એન્જીન મૂકવામાં આવ્યું હતું; જેમાં વિમાની સુકાન પાસે બેસતો.

લડાઇ દરમ્યાન આ ઝેપેલીનોએ બહુજ ત્રાસ વર્તાવ્યો હતો. કાઉન્ટ ઝેપેલીનના ચેલા **ડૉ. હ્યુગો એકનર** નામના એક જર્મન વિમાનીએ **"ગ્રાફ ઝેપલીન"** નામનું એક મ્હોટું ઝેપલીન બનાવ્યું છે અને એ ઝેપલીનમાં ૭૬ મુસાફરોને બેસાડીને એણે સહીસલામત જર્મનીથી અમેરિકા આશરે ૭૧ માઇલની ઝડપે મુસાફરી કરી હતી.

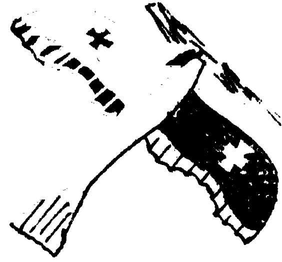
જર્મન લોકોના સાહસથી પ્રેરાઇ અંગ્રેજોએ **આર. ૧૦૧** નામનું બીજું ઝેપેલીન તૈયાર કર્યું જે **૭૭૭ ફુટ** લાંબુ હતું. વિલાયતથી ૫૪ મુસાફરોને લઇને હિંદુસ્તાન આવવા ઉપડયું પણ પવનના ઝપાટાથી વાંકું વળી ગયું અને ટેકરી સાથે અથડાઈ ૧૯૩૦ ના ઓકટોબરની ૪ થી તારીખે રાત્રે ૨॥ વાગે ફ્રાંસમાં નાશ પામ્યું.

એરોપ્લેન



ચિત્ર નં. ૭

એરોપ્લેન



ચિત્ર નં. ૮

એરોપ્લેન.

આ વિમાનમાં કોઇપણ વાયુ ભરવામાં નથી આવતો પણ એ પક્ષી માફક ઉડે છે. જેમ પક્ષીને બે પાંખ હોય છે તેમ એરોપ્લેનને બે પાંખ હોય છે. જેમ પંખી હવા કાપતું ઉડે છે તેમ વિમાન પંખાથી હવા કાપતું ઉડે છે. જેમ પક્ષી શરીરના બળથી ઉડે છે તેમ એન્જીનની મદદથી ધારેલી દિશામાં એરોપ્લેન ઉડી શકે છે. ૧૯૦૩ ની સાલમાં સાઇકલનું સમારકામ કરતા **રાઇટનામના બે ભાઇઓએ** એરોપ્લેન શોધી કહાડયું. એ રાઇટ ભાઇઓ જ્યારે સૌથી પહેલા ઉડયા ત્યારે વિમાનની ઝડપ કલાકના ૩૦ માઇલની હતી. આજે ૨૭ વર્ષ પછી વિમાનની ઝડપ ૩૫૯ માઇલ જેટલી થઇ છે અને એમ આશા રખાય છે કે ૨૫ વર્ષ પછી કલાકના ૧૦૦૦ માઇલની ઝડપે આપણે ઉડી શકીશું.

*** બલુન, ઝેપલીન અને એરોપ્લેનની સંપૂર્ણ વિગતો માટે જુવો મારો લેખ "ગગનપંથે" "કુમાર" માહ અને ચૈત્ર (૧૯૮૫) ના અંકો.**

પ્રકરણ ૪.

આર્કીમીડીસનો નિયમ.

સાધનોની યાદી :

(૧) ત્રાજવું, (૨) લોખંડના બે સરખા કકડા, અને (૩) દોરી.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) બે સરખા વજનના લોખંડના કકડા લો. એકને ત્રાજવાની દાંડીના એક છેડે લટકાવો અને બીજાને દાંડીના બીજા છેડે લટકાવી પાણીમાં લટકતા રાખો.

(૨) હવામાં લટકતો કકડો નમી જશે એ બતાવો.

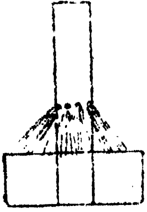
(૩) પદાર્થનું પાણીમાં વજન ઓછું થાય છે એ સિદ્ધ કરો.

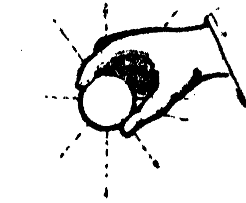
આપણે નદીમાં તરવા પડીએ ત્યારે માલમ પડશે કે નદીનું પાણી આપણી સ્હામે દબાણ કરશે. બે પ્રકારના બળો તે વખતે કામ કરે છેઃ (૧) આપણા શરીરનું વજન જે પૃથ્વીના આકર્ષણને લીધે નીચે જવા મથે છે અને (૨) પાણીનું બળ જે શરીરને ઉપર રાખવા મથે છે. આ બે બળોના પરિણામે આપણું શરીર પાણીની સપાટી ઉપર રહે છે. આપણું શરીર પાણી કરતાં હલકું છે એટલે પાણીમાં તરે છે, પણ જો આપણા શરીરમાં ઘણું પાણી જાય તો આપણું શરીર સબમેરીન માફક પાણી કરતાં ભારે થવાથી પાણીમાં આપણે ડુબી મરીએ.

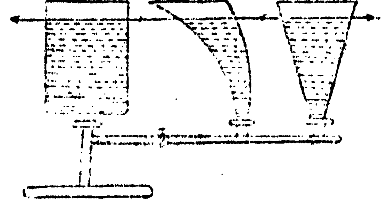
એજ પ્રમાણે પાણી ઉપર બુચ મૂકીએ તો બુચ તરતો રહેશે કારણકે બુચ પાણી કરતાં હલકો છે. પણ આપણે બુચ સાથે પથર લટકાવીએ તો પથર પાણી કરતાં ભારે હોવાથી ડૂબી જાય છે.

આપણે લોઢું પાણીમાં નાંખીએ તો ડૂબી જાય કારણકે લોઢું પાણી કરતાં ભારે છે, પણ લોઢું પારામાં નાંખીએ તો તરે કારણકે આપણે જોઈ ગયા કે લોઢું પારા કરતાં હલકું છે.

પ્રવાહીનું સરખું દબાણ. **પ્રવાહીની સરખી સપાટી**





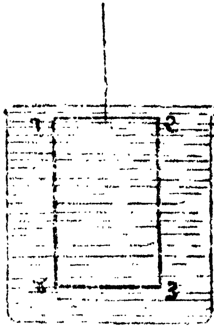


ચિત્ર નં. ૯ ચિત્ર નં. ૯ અ

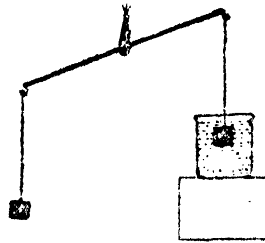
આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે પદાર્થો ઉપર પ્રવાહીઓનું અને પાણીનું દબાણ અસર કરે છે. **પાણીનું અને પ્રવાહીઓનું દબાણ સરખી સપાટીએ હંમેશાં સરખું હોય છે.** (ચિત્ર ૯, ૯ અ.) આપણે રબરનો દડો લઇ તેમાં છિદ્રો પાડીએ. (ચિત્ર નં. ૯) પછી એમાં પાણી ભરી દબાવીએ તો પાણીના ફુવારા દરેક દિશામાં સરખી રીતે ઉડશે. અથવા તો એક પોલી નળીની અંદર છિદ્રો પાડીને ઉપરથી પાણી નાંખીએ તો પાણીના ફુવારા સરખી રીતે ઊડશે. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે પાણીનું દબાણ સરખી સપાટી ઉપર સરખું છે.

હવે પાણી જો પદાર્થો ઉપર દબાણ કરે તો પદાર્થોના વજનમાં શું ફેર પડે તે આપણે તપાસીએ. એ તો સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે જ્યારે આપણે કુવામાંથી પાણી કાઢીએ છીએ ત્યારે જ્યાંસુધી ડોલ પાણીમાં હોય છે ત્યાંસુધી વજન હલકું લાગે છે. જ્યારે ડોલ બ્હાર આવે ત્યારે ભાર લાગે. દોરડાં ખેંચવાની રમતમાં એક બાજુ ઉપર સરખા બળવાળા ૧૨ છોકરાઓ હોય અને બીજી બાજુ ઉપર સરખા બળવાળા ૧૫ છોકરાઓ હોય તો ૧૫ છોકરાઓ તરફ દોરડું ખેંચાશે, અને એ બાજુ ઉપર ૩ છોકરાઓનાં બળ જેટલું બળ વધારે રહેશે. એક વસ્તુ ઉપર દક્ષિણ દિશા તરફ ૫ પાઉન્ડનું દબાણ હોય અને ઉત્તર દિશા તરફ ૨ પાઉન્ડનું દબાણ હોય તો કુલ્લ દબાણ દક્ષિણ દિશામાં ૩ પાઉન્ડનું રહેશે એ સ્હેલાઇથી સ્હમજાય એવું છે.

આ સિદ્ધાંત ઉપર **આર્કીમીડીસે** પોતાનો નિયમ શોધી કાઢયો. એણે જોયું કે જ્યારે એ પાણીમાં તરવા પડયો હતો ત્યારે એને નીચેથી પાણીનું દબાણ લાગવાથી વજન હલકું લાગતું. એ પ્રમાણ ઉપરથી એણે સિદ્ધાંત શોધી કાઢયો. એ સિદ્ધાંત સ્થાપવા માટે આપણે એક સરલ દાખલો લઇએ.



ચિત્ર નં. ૧૦



ચિત્ર નં. ૧૦ અ

૫ ઘનફુટનો લોખંડનો એક કકડો ૧,૨,૩,૪ લઇએ. એનું વજન કાઢવું સહેલું છે. ૧ ઘનફુટ લોખંડનું વજન ૪૮૬ પાઉન્ડ છે તો ૫ ઘનફુટ લોખંડનું વજન ૨૪૩૦ પાઉન્ડ થશે. એટલું વજન પાણીમાં લટકાવીએ અને વજન કરીએ તો ૫ ઘનફુટ પાણી ખસીને ઊંચું આવશે. આપણે બે બળની ગણત્રી કરવાની છે. (૧) ૨૪૩૦ પાઉન્ડ વજન જે પાણી ઉપર દબાણ કરે છે અને (૨) ૫ ઘનફુટ પાણીનું વજન ૩૧૨ પાઉન્ડ જે કકડા ઉપર દબાણ કરે છે. આપણે એ પદાર્થનું વજન પાણીમાં કરીશું તો (૨૪૩૦–૩૧૨) ૨૧૧૮ પાઉન્ડ થશે એટલે મૂળ વજન કરતાં ૩૧૨ પાઉન્ડ ઓછું થશે. આનું કારણ સ્હમજી શકાય એમ છે. પદાર્થનું દબાણ ૨૪૩૦ પાઉન્ડ, પાણીનું દબાણ ૩૧૨ પાઉન્ડ; આ બન્ને બળો સ્હામે કામ કરે છે એટલે પદાર્થનું પાણીમાં વજન ૨૧૧૮ પાઉન્ડ રહે છે.

એજ પ્રમાણે દશ ઘનફુટનો લોખંડનો કકડો પાણીમાં મૂકીએ

તો પાણીમાં એનું વજન દશ ઘનફુટ પાણીના વજન જેટલું ઓછું થશે. એટલે પાણીમાં વજન ૧૮૦૬ પાઉન્ડ થશે.

એજ પ્રમાણે દશ ઘનફુટનો લોખંડનો કકડો દારૂમાં મૂકીએ તો દારૂમાં એનું વજન દશ ફુટ દારૂના વજન જેટલું ઓછું થશે.

આવા પ્રયોગ ઉપરથી આર્કીમીડીઝે શોધી કહાડયું કે

જ્યારે પદાર્થ પાણીમાં લટકાવવામાં આવે છે ત્યારે એનું વજન ઓછું થાય છે અને તે ઓછું વજન જેટલું પાણી તે પદાર્થથી ખસેડાયું હોય તેનાં વજન જેટલું હોય છે.

પ્રકરણ ૫.

વજન ઊંચકવાના યંત્રો.

ત્રાજવું, ઉચ્ચાલન, ઢાળ, ગરગડી વગેરે.

જોઈતા સાધનોની યાદી :—

(૧) ત્રાજવું, (૨) કાપા અને હુકવાળી એક દાંડી, (૩) ઢાળ, ગરગડી વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) ત્રાજવામાં મધ્યબિંદુ બરાબર મધ્યમાં જોઈએ એ સમજાવો.

(૨) કાપા અને હુકવાળી દાંડી લઇ જુદે જુદે અંતરે વજન લટકાવો. જમણી અને ડાબી દાંડીનું પ્રમાણ ૧:૨ હોય તો વજનનું પ્રમાણ ૨:૧ હોય; દાંડીનું પ્રમાણ ૧:૪ હોય તો વજનનું ૪:૧ હોય તે સિદ્ધ કરો.

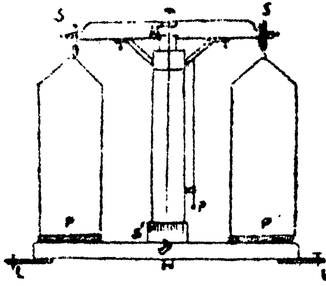
(૩) ઢાળ ઉપર ચઢાવવા માટે મ્હોટું વજન મૂકો અને થોડા વજનથી તે ઊચકી શકાય છે તે બતાવો.

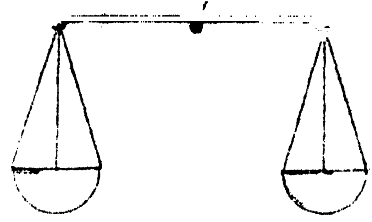
(૪) એક ગરગડી લટકાવોઃ બન્ને બાજુ ઉપર સરખાં વજન જોઇએ છે તે સ્હમજાવો.

(૫) બે ગરગડી લો. હવે પહેલાં કરતાં અડધું વજન ઊંચકવા માટે જોઇએ તે સ્હમજાવો.

(૬) ત્રણ ગરગડી લોઃ હવે પહેલાં કરતાં ૧/૪ વજન ઊંચકવા માટે જોઈશે તે સ્હમજાવો.

ત્રાજવું ત્રાજવું

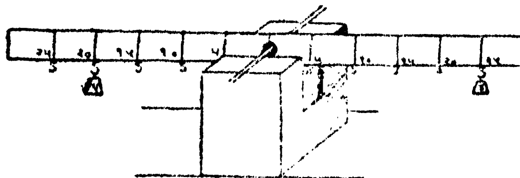




ચિત્ર નં. ૧૧ ચિત્ર નં. ૧૨

આપણે કોઇપણ વસ્તુનું વજન કાઢવું હોય તો ત્રાજવું વાપરીએ. ત્રાજવામાં બે પલ્લાં હોય છે. જમણા પલ્લામાં વજન મૂકીએ અને ડાબા પલ્લામાં જે વસ્તુનું વજન કાઢવું હોય તે મૂકીએ. એ ત્રાજવાને દાંડીના મધ્યબિંદુથી લટકાવવામાં આવે છે. જ્યારે કોઇ **પદાર્થ ચાર પાઉન્ડ વજનનો હોય ત્યારે જમણા પલ્લામાં ચાર પાઉન્ડ મૂકવા પડે.** પણ મધ્યબિંદુ બરાબર ન હોય તો વજનમાં બહુ ફેર પડે. એમ માનો કે એ દાંડી ૬ ફુટ લાંબી છે અને એનું મધ્યબિંદુ ૩ ફુટ ઉપર હોવાને બદલે ડાબી બાજુથી ગણતાં ૨ ફુટ ઉપર છે. ૪ પાઉન્ડનું વજન ઊંચકવાનું છે. તો જમણા પલ્લામાં ૪ પાઉન્ડ મૂકવાને બદલે ૨ પાઉન્ડ મૂકવા પડશે. એનો અર્થ એ કે **ડાબી બાજુની દાંડી જમણી કરતાં અડધી હોય તો આપણે જમણી બાજુ ઉપર અડધું વજન મૂકવું પડે.**

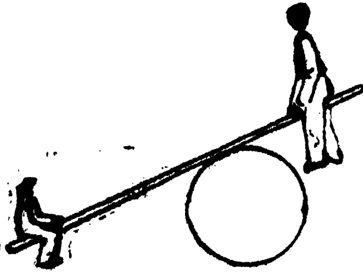
દાંડી



ચિત્ર નં. ૧૩

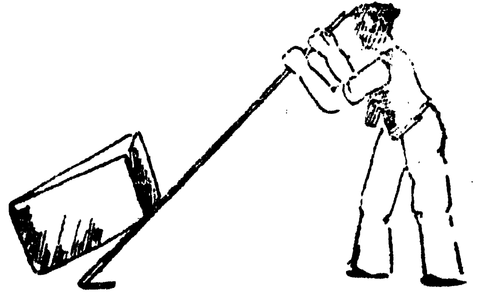
પણ એને બદલે ડાબી બાજુની દાંડી જમણી કરતાં બમણી હોય તો જમણા હાથમાં બમણું વજન મૂકવું પડે. એટલે ડાબી દાંડી ૨૦ ઈંચ હોય અને વજન ૫ પાઉન્ડ હોય, અને જમણી દાંડી ૨૫ ઈંચ હોય તો વજન ૪ પાઉન્ડ જ મૂકવું પડે. (ચિત્ર ૧૩)

ઉચ્ચાલન દંડ



ચિત્ર નં. ૧૩

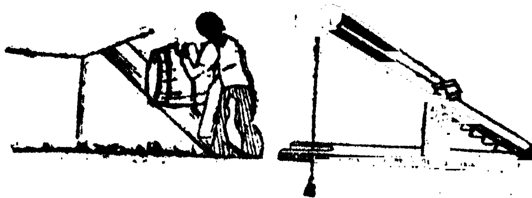
ઉચ્ચાલન દંડ



ચિત્ર નં. ૧૪ અ.

ભાવાર્થ એ કે જેમ દાંડી લાંબી હોય તેમ વજન સરલતાથી ઊંચકી શકાય. ચિત્રમાં ત્હમે જુવો છો કે પીપ ઉપર પાટીઆનું બિંદુ છે, અને લાંબી દાંડી ઉપર ન્હાનો છોકરો બેઠો છે જે ટુંકી દાંડી ઉપર બેઠેલા મ્હોટાને ઊંચકી શકે છે, જેટલા પ્રમાણમાં દાંડી લાંબી તેટલા પ્રમાણમાં બળ ઓછું કરવું પડે.

ઢાળ



ચિત્ર નં. ૧૫

ઉપર જણાવેલાં સિદ્ધાંત ઉચ્ચાલનમાં કામ આવે છે. મ્હોટું વજન આપણને ઊંચકવું હોય તો સીધું ઊંચકવું અઘરૂં પડે કારણકે પૃથ્વીનું સીધું આકર્ષણ એ પદાર્થને ખેંચી રાખે છે. મ્હોટો પથર ખસેડવો હોય તો ઊંચકીને ખસેડવો બહુ જ અઘરો પડે છે માટે આપણે એક લાકડાનો વાંસ અથવા કોશ લઇએ અને તેને એવી રીતે પથરા નીચે મૂકીએ કે જેથી એનો મ્હોટો ભાગ આપણા હાથમાં રહે. ચિત્ર ૧૪ અ માં આપણે જોઇએ છે કે મજૂરના હાથમાં આવા વાંસનો લાંબો ભાગ હોય છે. આવા પ્રકારના વાંસને **ઉચ્ચાલન** દંડ કહેવામાં આવે છે. જો હાથમાં રહેતો ભાગ ન્હાનો હોય તો ઊંચકવાનું કામ બહુ જ અઘરૂં પડે.

ઢાળ:—જયારે કોઇ ભારે વસ્તુને ઊંચે ચઢાવવી હોય ત્યારે સીધી રીતે ચઢાવવી બહુ જ અઘરી પડે છે કારણકે પૃથ્વીનું આકર્ષણ એને નીચે ખેંચી રાખે છે. પણ એને બદલે આપણે **ઢાળ** જેવી રચના કરીએ તો આપણું કામ સરલ થાય.

એમ ધારો કે પાંચ પાઉન્ડ વજન આપણે ઢાળની ટોચે ચઢાવવું છે. તો એ વજનને દોરી બાંધી એને ગરગડી ઉપરથી પસાર કરી નીચે ન્હાનું પલ્લું લટકાવીએ.

ઢાળની લંબાઇ ૫ ફુટ છે અને ઊંચાઇ ૩ ફુટ છે અને આપણને ૫ પાઉન્ડનો નળાકાર ઢાળ ઉપર ચઢાવવો છે. પલ્લામાં ત્રણ પાઉન્ડનું વજન મૂકીશું તો એ નળાકાર ઢાળ ઉપર ચઢી જશે.

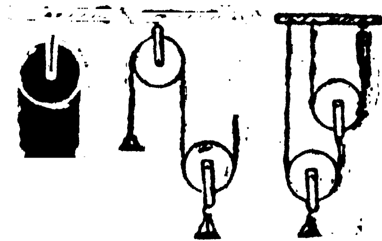
જેમ ઢાળની લંબાઇ વધારે હોય તેમ આપણને ઓછો શ્રમ કરવો પડે. ઢાળની લંબાઇ ૮ ફુટ હોય અને ઊંચાઇ ૬ હોય અને ૮ પાઉન્ડનું વજન ઊંચકવું હોય તો ૬ પાઉન્ડ પલ્લામાં મૂકવાથી ૮ પાઉન્ડનું વજન ઊંચકી શકાય.

ચિત્ર(નં. ૧૫)માં ત્હમે જુવો છો કે ગાડામાં પીપ ચઢાવનાર

મજૂર પીપ સીધું ચઢાવવાને બદલે ઢાળ ઉપર ચઢાવે છે જેથી ઓછો શ્રમ પડે છે.

ઢાળથી વસ્તુઓ સ્હેલાઇથી ઊંચકી શકાય છે.

ગરગડી



ચિત્ર નં. ૧૭

ગરગડી:—વસ્તુઓ ઊંચકવાનું બીજું યંત્ર તે ગરગડી. એ ગરગડીની આસપાસ દોરી પસાર કરેલી હોય છે અને જે વજન ઊંચકવાનું હોય છે તે ડાબી બાજુ ઉપર મૂકવામાં આવે છે. જે વજનથી ઊંચકવાની ક્રિયા કરવાની છે તે જમણી બાજુએ મૂકવામાં આવે છે. જ્યારે એક જ ગરગડી હોય છે ત્યારે જમણી અને ડાબી બાજુ ઉપર સરખું વજન જોઇએ છે. પણ એકને બદલે ૨ ગરગડી મૂકીએ તો આપણને ફાયદો થાય.

એમ માનો કે આપણને ચાર પાઉંડનું વજન ઊંચકવાનું છે. આપણે બે ગરગડી મૂકીએ તો ચાર પાઉન્ડ વજન ઊંચકવા માટે ૨ જ પાઉન્ડ જોઇશે. બેને બદલે ત્રણ ગરગડી મૂકીએ તો ચાર પાઉન્ડ ઊંચકવાને માટે ૧ જ પાઉંડ વજન જોઇશે. જેમ ગરગડી વધારતા જઇએ તેમ વજન ઓછું મૂકવું પડે જે ગરગડીનો ફાયદો છે.

પ્રકરણ ૬.

હવા.

જોઈતા સાધનોની યાદી:

(૧) કાચનું જલપાત્ર, (૨) એક પાણીનો લોટો, (૩) એક ચાકીવાળો લોટો, (૪) હવાભારમાપક (બેરોમીટર) નળી, (૫) પારો, (૬) હવાભાર-માપક યંત્ર અને વાયુપાત્ર (gas jar).

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) જલપાત્રમાં પાણી લઇ પાણીથી લોટો ભરતાં અંદરથી હવાના પરપોટા નીકળે છે તે બતાવો.

(૨) ખાલી વાસણનું વજન હંમેશાં થોડી હવા અંદર હોવાથી વિશેષ હોય છે તે સમજાવો. એનું ખરૂં વજન તો હવા કાઢી નાંખવાથી જ થઈ શકે એ સમજાવો.

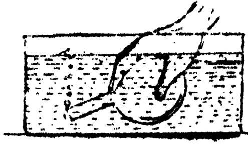
(૩) ૩૬" હવાભારમાપક નળી લઈ તેમાં પારો ભરો; અને એક બીજા પારાવાળા વાસણમાં ઉંધી મૂકો. થોડો પારો ઉતરી પડે છે એ બતાવો. પારાની ઊંચાઈ માપો અને આશરે ૩૦" હોય છે એ બતાવો. ૩૦" પારાનું વજન ૨૦૦ માઈલ હવા બરાબર છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) વિદ્યાર્થીને હવાભારમાપક યંત્ર દરરોજ બતાવો અને પારો ચઢઉતર થાય છે તે બતાવો. ખાસ કરીને ચોમાસામાં એ યંત્ર વારંવાર બતાવો જેથી હવામાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ થઈ શકે.

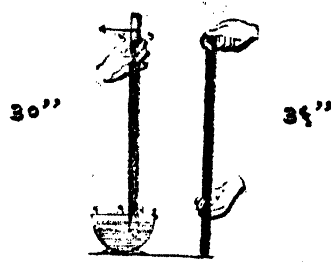
(૫) હવાનું દબાણ ૧૫ પાઉન્ડ જેટલું છે એ સિદ્ધ કરવા વાયુપાત્રમાં પાણી ભરી ઉપર કાગળ ઢાંકો. પછી એ વાયુપાત્રને ઉંધુ કરો. પાણી પડતું નથી એનું કારણ હવાનું દબાણ છે એ સિદ્ધ કરો.

આપણી ચારે તરફ હવા છે. આપણે એ હવાને જોઈ શકતા નથી પણ જ્યારે પવન ફુંકાય છે ત્યારે એ હવાનું જ્ઞાન થાય છે. હવા દરેક વસ્તુમાં ભરાઇ રહે છે તે સિદ્ધ કરવા આપણે એક લોટો લઇએ અને પાણીમાં મૂકી, લોટાને પાણીથી ભરવાનો પ્રયત્ન કરીએ તો લોટામાંથી હવાના પરપોટા નીકળશે. (ચિત્ર નં. ૧૮)

હવાભારમાપક યંત્રઃ બેરોમીટર.



ચિત્ર નં. ૧૮



ચિત્ર નં. ૧૯

હવે એ હવાનું વજન છે કે નહીં, અને વજન હોય તો કેટલું છે તે તપાસીએ. તે માટે આપણે એક લોટો લઈ તેનું વજન કરીએ. પછી એ લોટામાંથી વાતાકર્ષક યંત્ર (Air Pump) માર્ફત હવા કાઢી લો અને વજન કરો, તો વજન ઓછું થએલું માલમ પડશે. જો આપણો પ્રયોગ બરાબર હોય તો આપણને માલમ પડશે કે

૧ ઘનફુટ પાણીનું વજન આશરે ૬૨ પાઉન્ડ થાય

ત્યારે

૧ ઘનફુટ હવાનું વજન આશરે ૮/૧૦૦ પાઉન્ડ થાય

એટલે

હવા પાણી કરતાં ૭૭૫ ગણી હલકી છે.

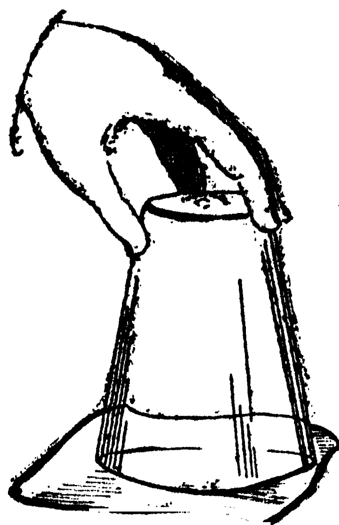
આ હવા પૃથ્વીની સપાટીથી માંડીને આકાશ સુધી પ્રસરેલી છે. વિજ્ઞાનીઓની ગણત્રી એવી છે કે આ હવા લગભગ ૨૦૦ માઇલ સુધી ઊંચે પ્રસરેલી છે. જે પ્રમાણે આપણા માથા ઉપર વજન મૂકવું હોય તો આપણે વજન કે દબાણ લાગે તે પ્રમાણે ૨૦૦ માઇલ સુધી ઊંચે આવેલી આ હવાનું દબાણ આપણને લાગવું જોઇએ. એ દબાણ કેટલું થાય એ આપણે સિદ્ધ કરીએ.

૩૬ ઇંચ લાંબી એક સમચોરસ ક્ષેત્રફળની એક પોલી નળી લેા અને એમાં પારેા ભરેા. એક બીજા વાસણમાં પારેા ભરી એ નળીને એમાં ઊંધી મૂકેા. ત્હમને જણાશે કે થેાડેા પારેા નીચે ઉતરી જશે અને **પારાની ઊંચાઇ ફક્ત ૩૦" રહેશે.** પારેા ૩૦" જ રહે છે અને વધારે કે ઓછેા કેમ નહી ? એ સવાલ સ્વાભાવિક થાય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે **સરખી સપાટી ઉપર પ્રવાહીનું દબાણ સરખું હેાય છે.** એ પ્રમાણે ૧,૨,૩,૪, ઉપર સરખું દબાણ છે, પણ એક ચેારસ ઇંચના ક્ષેત્રફળવાળી ૧,૨ જગ્યા ઉપર તેા ૩૦" પારાનું દબાણ છે, જ્યારે ૩, અને ૪ ઉપર તેા ૨૦૦ માઇલ હવાનું દબાણ છે. આ બન્ને દબાણ સરખાં હેાય છે કારણકે એક સપાટી ઉપર દબાણ સરખું હેાય છે. આનેા અર્થ એ કે **૨૦૦ માઇલ સુધી આવેલી હવાનું દબાણ ૩૦" પારાના દબાણ બરાબર** છે અને આ તેા સરલ રીતે સ્હમજાય એવું છે. આપણે જોઈ ગયા કે પાણી હવા કરતાં ૭૭૫ ગણું ભારે છે અને પારેા પાણી કરતાં $\frac{૧૩૬}{૧૦}$ ગણેા ભારે છે એટલે પારેા હવા કરતાં ઘણેા જ ભારે હેાવાથી **૩૦" પારાનું વજન ૨૦૦ માઇલ હવાના વજન બરાબર છે.**

હવે આપણે એ ૩૦" ઈંચ પારાનું વજન કરીએ તેા આશરે ૧૫ પાઉન્ડ થાય એટલે **૨૦૦ માઇલ હવાનું વજન ૧૫ પાઉન્ડ થાય.** એનેા અર્થ એ કે **૧ સમચેારસ ઇંચ ઉપર ૨૦૦ માઇલ હવાનું દબાણ ફક્ત ૧૫ પાઉન્ડ છે.**

એ વજન આટલું બધું છે એ સિદ્ધ કરવા એક વાયુપાત્રમાં બરાબર પાણી ભરી તેના ઉપર કાગળ બરાબર ઢાંકેા અને એ વાયુપાત્રને ઊંધું કરેા. ત્હમને જણાશે કે પાણી બીલકુલ પડતું નથી. એનું કારણ એ છે કે પાણીનાં વજન કરતાં કાગળની બહાર હવાનું દબાણ (એક ચેારસઇંચ ઉપર ૧૫ પાઉન્ડનું) વધારે છે.



ચિત્ર નં. ૨૦

આ પ્રકારની નળી જે હવાનું વજન માપે છે તેને **હવા-ભારમાપક યંત્ર (બેરોમીટર)** કહેવામાં આવે છે.

પારો લેવાનું કારણ હવે સરલતાથી સ્હમજાશે. પારાને બદલે આપણે પાણી લઇએ તો પાણી પારા કરતાં $\frac{૧૩૬}{૧૦}$ ગણું હલકું હોવાથી આપણને $૩૬\times\frac{૧૩૬}{૧૦}=\frac{૪૮૯૬}{૧૦}$ ફુટ લાંબી નળી જોઇશે. પણ ૪૧ ફુટની નળી સાથે આપણે પ્રયોગ કરી શકીએ નહીં એટલે આપણે પારો લઇએ છીએ.

એ ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે સમુદ્રની સપાટી ઉપર જ ૨૦૦ માઇલની ઊંચાઇની હવાનું દબાણ એક ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૫ પાઉન્ડ છે. આપણે ૨૫ માઇલ ઊંચે જઇએ તો એ જગ્યા ઉપર ૧૭૫ માઇલ હવાનું વજન ૧૫ પાઉન્ડ ન હોય પણ ઓછું હોય. સાધારણ હિસાબ ગણીએ તો એ દબાણ ૨૫ માઇલ હવાના દબાણના વજન $૧\frac{૭}{૮}$ પાઉન્ડ જેટલું ઓછું થાય એટલે

૧૩૬ પાઉન્ડ થાય. અને જો આપણે ૨૦૦ માઇલ ઊંચે જઇએ તો ત્યાં કંઇ દબાણ ન હોય, પણ એ જગ્યા ઉપર જઇ શકાય જ નહીં. આ ગણત્રી ઉપરથી સ્હમજણ પડશે કે **પર્વત ઉપર હવાનું દબાણ સમુદ્રની સપાટી કરતાં ઓછું હોય છે.** સામાન્ય રીતે એ ગણત્રી છે કે આપણે ૯૦૦ ફુટ ઊંચે **જઇએ તો પારો ૧ ઇંચ નીચે ઉતરે** એટલે આપણે ૯૦૦૦ ફુટ ઊંચા પર્વત ઉપર જઇએ તો પારો (૩૦–૧૦) ૨૦" ઇંચ રહેશે. **હિમાલય ઉપર પારો ૧૧" રહે છે.**

પર્વતની ઊંચાઈ આ યંત્રથી માપી શકાય છે. પહેલાં એ પર્વતની તળેટી આગળ પારાની ઊંચાઇ જોવામાં આવે છે. એમ માનો કે પારો ૩૦" ઉપર છે. પર્વતની ટેકરી ઉપર જઇ ત્યાં પારાની ઊંચાઇ નોંધવામાં આવે છે. એમ માનો કે એ ૨૩" છે. ૧" પારો ઉતરે ત્યારે ૯૦૦ ફુટ ઊંચે જવાય તો ૭ ઇંચ પારો ઉતરે તો પર્વતની ઊંચાઇ ૯૦૦×૭=૬૩૦૦ ફુટ થાય. આ રીતે આ પારો જગ્યાઓની ઊંચાઇ પ્રમાણે ચઢે-ઉતરે છે. **આપણે જમીનમાં ઊંડા જઇએ તો પારો ૩૦"થી ઊંચે જાય.**

એ ઉપરાંત આખા વર્ષ દરમ્યાન હવા સરખી રહેતી નથી. ચોમાસું બેસે તે પહેલાં હવા તપીને ઊંચે જાય છે એટલે હવા હલકી થાય છે અને તેથી પારો ઉતરશે. જ્યારે જ્યારે વર્ષાદ કે તોફાનો થવાની વકી હોય ત્યારે હવા હલકી થાય છે અને પારો ઉતરવા માંડે છે અને તેથી વર્ષાદની સૂચના આપણને મળી જાય છે. ખેડૂતો આ હવાભારમાપક યંત્રની મદદથી હવા કેવા પ્રકારની થશે તેનો અભ્યાસ કરી શકે છે. **શિઆળામાં હવા ઠંડી હોય છે એટલે હવા ભારે હોય છે જેથી પારો સામાન્ય રીતે ૨૯"-૩૦" રહે છે. વર્ષાઋતુમાં પારો ૨૮"-૨૯" વચ્ચે રહે છે. જો ૨૮" થી પારો ઉતરે તો ભયંકર તોફાન થાય.**

હવાભારમાપક યંત્રઃ બેરોમીટર



ચિત્ર નં. ૨૧

ચિત્ર ૧૯ માં બતાવેલી નળી આપણે બધે સ્થળે લઇ શકીએ નહીં જેથી અનુકૂળતા માટે ચિત્ર નં. ૨૧ માં બતાવેલું હવાભારમાપક યંત્ર વપરાય છે. ૧,૨ સરખી સપાટી છે એટલે ત્યાં દબાણ સરખું છે. હવે, ૨ ઉપર હવાનું દબાણ છે; ૧ ઉપર ૩૦" પારાનું દબાણ છે. આ બે દબાણ સરખાં છે, એટલે આવા યંત્રથી હવાનું દબાણ માપી શકાય છે.

૨ ઉપર દબાણ વધે તો પારો ૩ થી ઉપર જાય; દબાણ ઓછું થાય તો પારો ૩ થી ઉતરે. ૩ ઉપર શૂન્ય (**Vacuum**) છે.

આવું વાયુભારમાપક યંત્ર દિવાલ ઉપર સ્હેલાઇથી લટકાવી શકાય છે. ૧,૩ ત્રીસ ભાગમાં વ્હેંચી નાંખવામાં આવ્યા છે અને ૩૦" આગળ અંગ્રેજીમાં સૂકી હવા, ૨૯" આગળ અનિશ્ચિત હવા, ૨૮"-૨૭" આગળ વર્ષાદ-તોફાન-પવન એવા શબ્દો લખવામાં આવ્યા છે જેથી પારા ઉપરથી હવા કેવી છે તે સમજી શકાય.

પ્રકરણ ૭.

વાતાકર્ષક યંત્ર(Air Pump)ની ઘટના.

સાધનોની યાદીઃ

(૧) વાતકર્ષક યંત્ર, (Air Pump) (૨) વાયુપાત્ર, અને (૩) ઘંટાકારપાત્ર (Bell Jar).

શિક્ષકને સૂચનાઃ

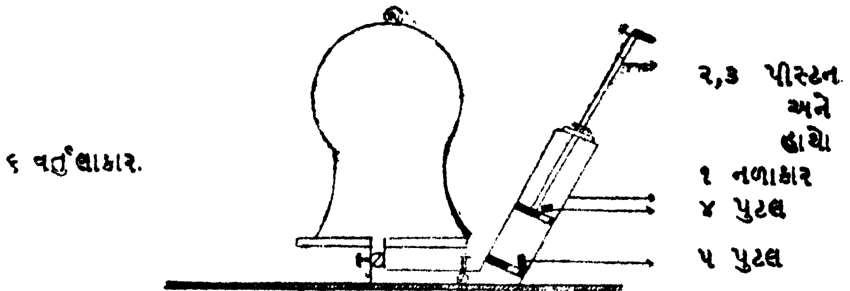
(૧) વાતાકર્ષક યંત્રની રચના યંત્ર ઉઘાડી બતાવો.

(૨) વાતાકર્ષક યંત્રનાં વર્તુલાકાર ઉપર વિદ્યાર્થીનો હાથ મૂકાવી હવા ખેંચવાથી હાથ કેવો સજ્જડ થાય છે તે બતાવો.

(૩) વર્તુલાકાર ઉપર ઘંટાકાર પાત્ર મૂકો અને એનું મ્હોં રબરથી બંધ કરો. પીસ્ટન ચારપાંચ વાર ખેંચી ઘંટાકાર પાત્રમાંથી હવા લઈ લેવાથી ઉપરની હવાના ઘણા દબાણથી રબર તૂટી જાય છે તે બતાવો.

(૪) લાકડાના પુટલ (valve) બતાવો. તે એકજ દિશામાં ઉઘડી શકે છે તે બતાવો.

વાતાકર્ષક યંત્રઃ એર-પમ્પ



ચિત્ર નં. ૨૨

વાતાકર્ષક યંત્રની ઘટના નીચે પ્રમાણે છે. એની અંદર (૧) નળાકાર, (૨) પીસ્ટન, (૩) પીસ્ટનનો હાથો, (૪, ૫) પુટલો (valves) અને (૬) વર્તુલાકાર હોય છે જેના મધ્યમાં એક છિદ્ર હોય છે. આ ૪,૫ પુટલની ઘટના એવી હોય છે કે તે ઉપરનો જ દિશામાં ઉઘડી શકે.

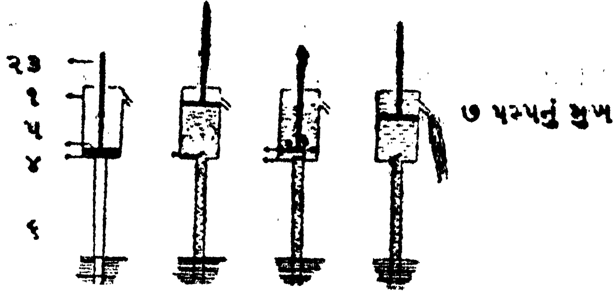
શરૂઆતમાં ૪,૫ પુટલ એક બીજાની પાસે હોય છે. જ્યારે હાથો ઊંચો કરવામાં આવે ત્યારે ૪,૫ વચ્ચે શૂન્ય (vacuum) ઉત્પન્ન થાય છે. એમાં દબાણ બીલ્કુલ હોતું નથી એટલે ઘંટાકાર પાત્રમાંની હવા વધારે દબાણને લીધે ૫ પુટલ ઉઘાડી પેસી જાય છે. ફરીથી જ્યારે હાથો નીચો કરવામાં આવે ત્યારે ૪,૫ પુટલ અંદરની હવા ઘણી જ સંકોચાય છે એટલે એનું દબાણ બહુ જ વધે છે. તેથી એ હવા પોતાનો રસ્તો શોધે છે. ૫ પુટલ માર્ફત તો જઇ શકે નહીં કારણ કે તે નીચે ઉઘડી શકે નહીં, એટલે એ હવા ૪ પુટલ ઉઘાડી નળાકારના છિદ્રમાંથી બ્હાર નીકળી જાય છે. જ્યારે હાથો ફરીથી ઊંચકવામાં આવે ત્યારે વર્તુલાકારમાંથી બીજી હવા ૫ પુટલ માર્ફત આવશે અને હાથો નીચો કરવામાં આવે ત્યારે એ હવા બ્હાર ચાલી જશે. આ પ્રમાણે હાથો અનેક વાર ઊંચોનીચો કરવાથી ઘંટાકારની હવા બ્હાર કાઢી શકાય. એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે **પુટલો સંપુર્ણ ન હોવાથી બધી જ હવા કાઢી શકાતી નથી.**

પ્રકરણ ૮.

જલાકર્ષક યંત્ર (Water Pump) ની ઘટના.

સાહી ભરવાની ટોટીમાં સાહી ભરવી હોય તો રબરની ટોટી આપણે દબાવીએ છીએ. તેથી કાચની નળીમાંથી હવા બહાર જતી રહેશે અને હવાનું દબાણ નળીમાં ઓછું થશે. બહારની હવાનું દબાણ ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૫ પાઉન્ડનું છે એટલે બહારની હવાના દબાણથી સાહી અંદર આવે છે. એનો અર્થ એ છે આપણે અંદર હવાનું દબાણ ઓછું કરીએ તો સાહી અંદર ચઢે. **પમ્પથી** પાણી ચઢાવવાનો આ સિદ્ધાંત છે. આપણે એ પમ્પના અંદરના ભાગો તપાસીએ.

જલાકર્ષક યંત્ર: પમ્પ



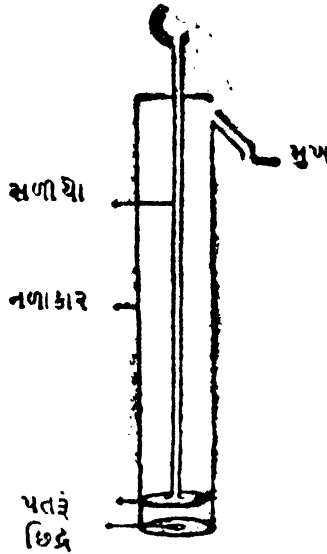
ચિત્ર નં. ૨૩

એ પમ્પમાં નીચેના ભાગો છે. (૧) નળાકાર, (૨) પીસ્ટન, (૩) પીસ્ટનનો હાથો, (૪, ૫) પુટલો, (૬) નળી, (૭) પમ્પનું મુખ. ૪, ૫ પુટલની રચના એવી હોય છે કે બન્ને ઉપર જ ઉઘડી શકે.

શરૂઆતમાં ૪, ૫ પુટલો પાસે પાસે હોય છે. જ્યારે પીસ્ટનનો હાથો ઉપર ખેંચવામાં આવે ત્યારે ૪, ૫ વચ્ચે શૂન્ય થાય છે. કુદરતનો નિયમ છે કે શૂન્ય કોઇ સ્થળે રહી શકતું નથી એટલે ૪, ૬ વચ્ચેની હવા એમાં પેસી જાય છે. હવે જે હવા ૪, ૬ ની વચ્ચે રહેતી તે મ્હોટી જગ્યામાં રહે છે એટલે દબાણ ઓછું થાય છે. બહારની હવાનું દબાણ વિશેષ હોય છે એટલે એ દબાણના જોરથી થોડું પાણી અંદર ચઢે છે. હવે જ્યારે પીસ્ટનનો હાથો નીચે કરવામાં આવે છે ત્યારે ૪, ૫ વચ્ચેની હવા દબાય છે એટલે દબાણ વધે છે. એ હવા બહાર જવાનો માર્ગ શોધે છે. ૪ પુટલ માર્ફત તો જઇ શકાય નહીં કારણ કે એ તો ઊંચે જ ઉઘડી શકે. એટલે એ હવા ૫ પુટલ ઉઘાડીને બહાર ચાલી જશે. એ હવા જેટલી ગઇ તેટલું પાણી ઉપર આવશે અને ધીમે ધીમે પાણી ચઢશે. જ્યારે ફરીથી હાથો ઊંચકવામાં આવશે ત્યારે ૪, ૫ વચ્ચે શૂન્ય ઉત્પન્ન થશે અને ફરીથી પાણી ચઢશે. એ રીતે પાણી ઊંચે ચઢે છે અને ૭ માર્ફત બહાર આવે છે. જ્યારે જ્યારે હાથો ઊંચો થાય છે ત્યારે

શૂન્ય થાય છે અને પાણી ચઢે છે. એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે જ્યારે પમ્પમાંથી બધી હવા કાઢી નાંખવામાં આવે ત્યારે જ પાણી મુખ સુધી ચઢી શકે.

ઘાસ્તેલનો પમ્પ.



ચિત્ર નં. ૨૪

ઘાસ્તેલનો પમ્પ

આજ પ્રકારની ઘટનાનો ઘાસ્તેલનો પમ્પ છે. એમાં પીસ્ટનના હાથાની જગ્યાએ એક તારનો સળીઓ અને પીસ્ટનની જગ્યાએ ગોળાકારનું પતરૂં હોય છે. જ્યારે સળીઓ ઊંચકવામાં આવે ત્યારે પતરા અને પમ્પ નીચેના છિદ્ર વચ્ચે શૂન્ય થાય એટલે એમાં તરત જ ઘાસ્તેલ પેસી જાય. જ્યારે સળીઓ નીચે આવે ત્યારે પતરા અને ઘાસતેલ વચ્ચેની હવા દબાય છે અને પતરાની બાજુમાંથી નીકળી જાય છે, અને બીજું ઘાસ્તેલ ઉપર ચઢે છે. આ રીતે સળીઓ ઊંચોનીચો કરવાથી ઘાસ્તેલ ચઢે છે અને મુખ મારફત બહાર નીકળે છે.

પ્રકરણ ૯.

બકનળી અને વાસુદેવ પ્યાલો.

સાધનોની યાદી :

(૧) ત્રણ—ચાર કાચના પ્યાલા, (૨) બકનળી, (૩) વાસુદેવ પ્યાલો અને (૪) પાણી.

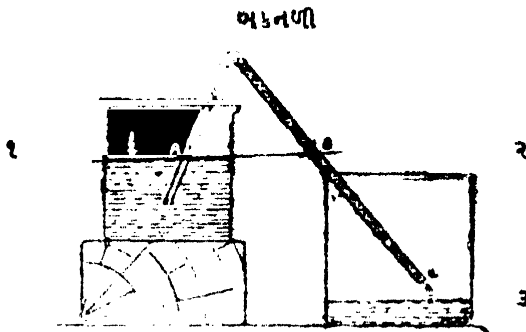
શિક્ષકને સૂચના :

(૧) કાચના પ્યાલામાં પાણી ભરી એમાં બકનળી મૂકો. બકનળીમાં જે પાણી છે તેની સપાટી પ્યાલાના પાણીની સપાટી બરાબર છે તે બતાવો. પાણી ચઢતું નથી એ બતાવો.

(૨) બકનળીમાંથી હવા કાઢી લો. હવા કાઢી લેવાથી દબાણ ઓછું થાય છે અને પાણી ચઢે છે એ સિદ્ધ કરો. જ્યાં સુધી બકનળીનું મ્હોં પાણીમાં હોય છે ત્યાંસુધી જ પાણી વહે છે એ બતાવો.

(૩) પાટણમાં બનતો વાસુદેવ પ્યાલો, હાથી વગેરેમાં એની જ રચના હોય છે તે સમજાવો.

બકનળી

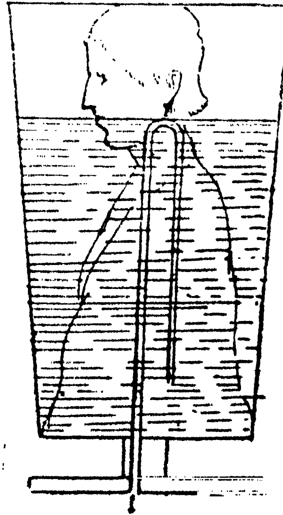


ચિત્ર નં. ૨૫

એક કાચના પાણી ભરેલા જામમાં વાંકી નળી મૂકો. **પાણી અંદર ચઢી શકશે નહીં કારણકે ૧ અને ૩ આગળ હવાનું સરખું દબાણ છે.** જો આપણે પાણી ચઢાવવું હોય તો એ વાંકી નળીમાંનું દબાણ ઓછું કરવું જોઇએ એટલે કે એની

અંદરથી હવા કાઢી નાંખવી જોઈએ. ૩ આગળ મ્હોં મૂકી નળીમાંથી હવા કાઢી નાંખો તો તરતજ બ્હારની હવાના દબાણથી પાણી અંદર ચઢવા માંડશે અને જ્યાં સુધી એ નળીનો ટુંકો ભાગ પાણીમાં રહેશે ત્યાં સુધી પાણીનો પ્રવાહ ચાલુ રહેશે. ટુંકો ભાગ પાણીમાંથી બ્હાર આવે તો અંદર હવા ઘૂસી જાય એટલે દબાણ સરખું થાય. આવી વાંકી નળીને આપણે બકનળી કહીએ છીએ.

વાસુદેવ પ્યાલો



ચિત્ર નં. ૨૬

બજારમાં પાટણનાં વાસુદેવ પ્યાલા વેચાય છે; એ ઉપરાંત એવા માટીના હાથીઓ મળે છે કે સૂંઢ માર્ફતે પાણી પીએ અને પૂંછડા આગળથી બ્હાર કાઢે. એમાં પણ આવી બકનળી હોય છે. એ બકનળીનો એક છેડો સૂંઢ આગળ હોય છે અને બીજો છેડો પૂંછડા આગળ હોય છે, જેથી સૂંઢ આગળના ભાગની ટોચ ઉપર ચઢેલું પાણી પૂંછડા આગળથી બ્હાર નીકળી જાય છે.

પ્રકરણ ૧૦.

લોહચુંબક અને લોહચુંબકત્વ.

સાધનોની યાદી :

(૧) જુદા જુદા પ્રકારના લોહચુંબક, (૨) લોહચુંબક સોય, (૩) લોખંડનો ભૂકો, (૪) ખીલીઓ વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) અનેક પ્રકારના લોહચુંબક બતાવો.

(૨) લોહચુંબકવાળી સોય એક દોરાથી લટકાવો અને તે ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે તે બતાવો. ઉત્તર દિશા બતાવતા અંતને ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ દિશા બતાવતા અંતને દક્ષિણ ધ્રુવ કહેવાય એ સમજાવો.

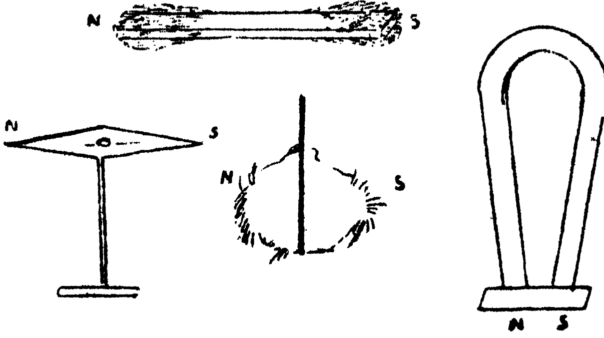
(૩) લોહચુંબકને લોખંડના ભૂકામાં મૂકો અને ભૂકો બન્ને ધ્રુવ ઉપર વધારે ચ્હોંટી જાય છે અને વચલા ભાગમાં ઓછો ચોંટે છે તે બતાવો.

(૪) એ સોયના ઉત્તર ધ્રુવ સમક્ષ બીજા લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવને લાવવા પ્રયત્ન કરો. બન્નેના ઉત્તર ધ્રુવ કદાપિ પાસે નથી રહેતા તે બતાવો.

(૫) પણ લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ સોયના દક્ષિણ ધ્રુવને આકર્ષે છે તે બતાવો.

એક લોહચુંબક લો અને લોખંડના કટકા આગળ અથવા લોખંડના ભૂકામાં એનો એક અંત ધરો. લોખંડનો કટકો લોહચુંબક તરફ ખેંચાશે અને એના અંત ઉપર લોખંડનો ભૂકો ચોંટી જશે. એ જ રીતે એ જ લોહચુંબકનો બીજો અંત ધરો. એ જ પ્રમાણે લોખંડનો કટકો ખેંચાશે અને ભૂકો ચોંટી જશે.

લોહચુંબક



લોહચુંબક સોય　　લોહચુંબક　　નાળાકાર લોહચુંબક

ચિત્ર નં. ૨૭

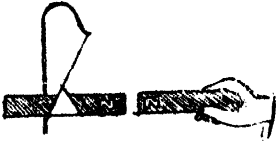
એ લોહચુંબકને લટકાવો. તમને માલમ પડશે કે એ લોહ-ચુંબક **ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં જ લટકતું રહેશે.**

એ લોહચુંબકને ગમે તેમ ફેરવીશું તો પણ એ જ દિશામાં રહેશે. જે અંત ઉત્તર દિશામાં રહે છે તેને **ઉત્તર ધ્રુવ** કહેવામાં આવે છે; જે અંત દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને **દક્ષિણ ધ્રુવ** કહેવામાં આવે છે. એ **ઉપરથી અનુમાન થઇ શકે છે કે ઉત્તર દક્ષિણ તરફ કંઇક આકર્ષણ હશે.** એ અનુમાનનું સ્પષ્ટીકરણ પછીથી કરીશું. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે

(૧) લોહચુંબક લોખંડને આકર્ષે છે.

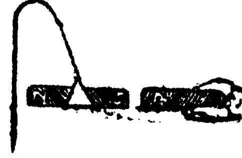
(૨) લોહચુંબક હંમેશાં ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં રહે છે.

વિરોધ



ચિત્ર નં. ૨૮.

આકર્ષણ



ચિત્ર નં. ૨૯.

હવે એ ચુંબકત્વના નિયમો તપાસીએ. એક લોહચુંબક લટકાવો; એક બીજા લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ એ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ આગળ લાવવા પ્રયત્ન કરો. (ચિત્ર નં. ૨૮) તમને માલમ પડશે કે આપણે ગમે તેવો પ્રયત્ન કરીએ તો પણ **લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ (N) બીજા લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ (N) સમક્ષ કદાપિ નહીં આવે.** એને બદલે લોહચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ (S) બીજા લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ (N) તરફ આકર્ષાશે. (ચિત્ર નં. ૨૯) આથી સિદ્ધ થાય છે કે

(૧) બે વિરોધી અથવા અસમાન ધ્રુવ (દાખલા તરીકે ઉત્તર અને દક્ષિણ) વચ્ચે હંમેશાં આકર્ષણ હોય છે.

(૨) બે સમાન ધ્રુવ (ઉત્તર અને ઉત્તર, દક્ષિણ અને દક્ષિણ) વચ્ચે હંમેશાં વિરોધ હોય છે.

આ નિયમો તપાસ્યા પછી લોહચુંબક ઉત્તર દક્ષિણ તરફ કેમ રહે છે તે જોઇએ. લોહચુંબક સોય પૂર્વ પશ્ચિમ કદાપિ નથી રહેતી એ ઉપરથી અનુમાન થઈ શકે કે **ઉત્તર દક્ષિણમાં કંઇક ચુંબકીય આકર્ષણ હોવું જોઇએ.** સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ ઉત્તર તરફ રહે છે. હવે ઉત્તર દિશામાં ઉત્તર ચુંબકીય ધ્રુવ હોય તો સોયના ઉત્તર-ધ્રુવની સાથે પૃથ્વીના ઉત્તર ધ્રુવને વિરોધ થાય એ સ્વાભાવિક છે.

એના ઉપરથી અનુમાન થાય છે કે **પૃથ્વીના ઉત્તર તરફ દક્ષિણ ચુંબકીય ધ્રુવ, અને પૃથ્વીના દક્ષિણમાં ઉત્તર ચુંબકીય ધ્રુવ હોવો જોઇએ.** આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે **પૃથ્વી એ એક મહાન લોહચુંબક છે જેનો ઉત્તર ધ્રુવ પૃથ્વીના દક્ષિણ ધ્રુવ આગળ અને દક્ષિણ ધ્રુવ પૃથ્વીના ઉત્તરધ્રુવ આગળ છે.**

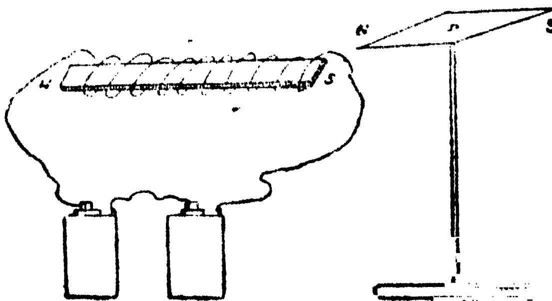
પ્રકરણ ૧૧.

લોહચુંબક, તેની બનાવટ અને ઉપયોગ.

હવે આ લોહચુંબક કેવી રીતે બનાવે છે તે આપણે જોઇએ. પોલાદનો એક લંબચોરસ કકડો કે પોલાદની એક સોય લઈ તેની આસપાસ તાંબાના તાર વીંટાળો.

પછી એ તારની અંદર વિજળી પસાર કરો. અમુક વખત પછી પોલાદમાં ચુંબકત્વ આવશે. એ બતાવે છે કે **વિજળી પોલાદમાં ચુંબકત્વ ઉત્પન્ન કરે છે.**

વિદ્યુતચુંબક



ચિત્ર નં. ૩૦

પણ પોલાદને બદલે લોખંડનો કકડો લઇને અંદર વિજળી પસાર કરીએ તો **જ્યાં સુધી વિજળી ચાલુ રહેશે ત્યાંસુધી લોખંડમાં ચુંબકત્વ રહેશે.** (ચિત્ર નં. ૩૦) વિજળી બંધ કરો એટલે ચુંબકત્વ જતું રહેશે અને લોખંડનો કકડો લોખંડ થઇ જશે. આ પ્રકારના લોહચુંબકને **વિદ્યુતચુંબક** કહે છે, જેનો ઉપયોગ પછીથી આપણે જોઇશું.

પ્રકરણ ૧૨.

ચુંબકત્વનું કારણ.

સાધનોની યાદી :

(૧) બે લોહચુંબક, (૨) અનેક ખીલીઓ.

શિક્ષકને સૂચના :

(૨) લોહચુંબક લઈ તેના દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર અનેક ખીલીઓ લટકાવી શકાય એ બતાવો.

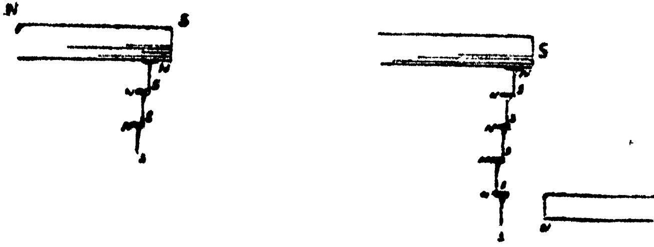
છેલ્લી ખીલીના અંતમાં દક્ષિણ ધ્રુવ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવવા બીજા લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ પાસે લાવો અને લોહચુંબક અને ખીલી વચ્ચે આકર્ષણ છે તે બતાવો.

(૩) એજ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ ઉપર ખીલીઓ લટકાવો; છેલ્લી ખીલીના અંતમાં ઉત્તર ધ્રુવ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવવા બીજા લોહચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ પાસે લાવશો તો આકર્ષણ થશે.

(૪) આ રીતે ચુંબકીય ઉપપાદનના નિયમો સમજાવો.

હવે લોહચુંબક લોખંડના કકડાને કેમ આકર્ષે છે તે આપણે જોઇએ.

લોહચુંબકત્વનું ઉપપાદન.



ચિત્ર નં. ૩૧.

એક લોહચુંબક સમક્ષ લોખંડની ખીલી ધરીએ, તો ખીલી ચ્હોંટી જશે. હવે આપણે બીજી કોઈ ખીલી ચોંટેલી ખીલી સમક્ષ ધરીશું તો તે ખીલી પણ ચ્હોંટી જશે. એ બતાવે છે કે લોહચુંબકત્વ બીજી ખીલીની અંદર પણ આવી ગયું છે. એનો અર્થ એ કે **લોહચુંબક સાથે લોખંડને અડકાડવાથી લોખંડમાં ચુંબકત્વ આવે છે.**

પણ એમાં કંઇ એવો નિયમ નથી કે ખીલી અડકાવવી જ જોઇએ. એ ખીલી લોહચુંબકથી થોડી દૂર રાખી હોય તો પણ એમાં ચુંબકત્વ પ્રાપ્ત થાય છે.

લોહચુંબકના સ્પર્શથી કે સમીપતાથી લોખંડમાં પ્રાપ્ત થયેલા ચુંબકત્વને ઉપપાદિત ચુંબકત્વ કહેવામાં આવે છે અને જે ક્રિયાથી એ ઉપપાદન કરવામાં આવે છે તેને **ચુંબકીય ઉપપાદન** કહેવામાં આવે છે.

ચુંબકીય ઉપપાદન પણ અમુક નિયમને આધારે થાય છે. ઉપર બતાવેલા ચિત્રમાં જો છેલ્લી ખીલી આગળ એક લોહચુંબક સોય લટકાવવામાં આવે તો સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ એ ખીલી સાથે ચ્હોંટી જશે.

એ જ પ્રમાણે એક બીજા લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ પાસે

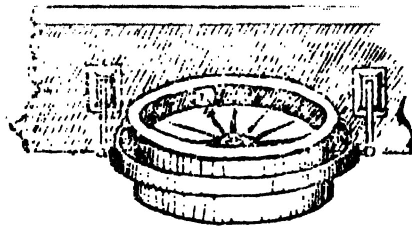
રાખો અને ખીલીઓ લટકાવો. એક લોહચુંબક સોય એના આગળ ધરો તો સોયનો દક્ષિણ ધ્રુવ લોહચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ સમક્ષ રહેશે.

આ ઉપરથી સામાન્ય નિયમ એવો ઘડી શકાય કે એક લોહચુંબક લોખંડના ખીલા આગળ ધરવામાં આવે તો ખીલામાં ચુંબકત્વનું ઉપપાદન થાય છે અને તે એ રીતે કે લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ખીલાની સમીપના અંતમાં દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપપાદન કરે અને દૂરના અંતમાં ઉત્તર ઉપપાદન કરે; અથવા લોહચુંબકનો દક્ષિણ ધ્રુવ ખીલાના સમીપના અંતમાં ઉત્તર ઉપપાદન કરે અને દૂરના અંતમાં દક્ષિણ ઉપપાદન કરે.

પ્રકરણ ૧૩.

હોકાયંત્ર.

હોકાયંત્ર.



ચિત્ર નં. ૩૨

જો લોહચુંબકની સોય ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં રહે તો તેના ઉપરથી ઉત્તર દક્ષિણ દિશા શોધી કઢાય. ભરદરિયે વ્હાણ હોય, સૂર્ય વાદળાં નીચે ઢંકાઇ ગયો હોય, દિશા કંઇ સૂઝતી ન હોય, તે વખતે એ સોય બહુ જ કામ લાગે. પણ એ લટકતી સોય અનુ-

ફૂળ ન પડે એટલે હોકાયંત્ર શોધી કાઢવામાં આવ્યું છે જે એક પ્રકારનું લોહચુંબક જ છે.

એમાં એક ગોળ ચંદો હોય છે જેના ઉપર ઉત્તર, દક્ષિણ, પૂર્વ, પશ્ચિમ, વાયવ્ય, નૈઋત્ય, અગ્નિ, અને ઇશાન બતાવવામાં આવેલા હોય છે. એ લોહચુંબક છે એટલે જે જગ્યા ઉપર ઉત્તર (N) લખેલું હોય છે તે ઉત્તર દિશા બતાવે છે. (ચિત્ર નં. ૩૨) આ રીતે જ્યારે માર્ગ સૂઝતો ન હોય ત્યારે હોકાયંત્રમાં જોવાથી દિશા તરત જ મળી આવે. આ હોકાયંત્ર વ્હાણમાં અને વિમાનમાં ઘણું ઉપયોગી થઈ પડે છે.



વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૨.

ઉષ્ણુતા.

પ્રકરણ ૧.

પદાર્થો ઉપર ગરમીની અસર: પદાર્થોનું વધવું.

જોઈતા પદાર્થો:—

(૧) કડીવાળો દડો, (૨) ઉષ્ણુતામાપક (થર્મોમીટર) યંત્ર, (૩) ગરમ પાણી, (૪) લોટો, (૫) પોલી નળી અને (૬) મદ્યાર્ક.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) કડીમાંથી પસાર થતો એક દડો લઈ તેને તપાવો. દડો કડીમાંથી પસાર થઇ શકતો નથી એ બતાવો.

(૨) ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર ગરમ પાણીમાં મૂકો અને યંત્રનો પારો કદમાં વધી ઊંચે ચઢે છે તે બતાવો.

(૩) પાણીના લોટામાં ટોચ સુધી પાણી ભરો. લોટાને બૂચ મારી પોલી નળી મૂકો. લોટાને તપાવો. ગરમીને લીધે પાણી નળીમાં ચઢવા માંડશે તે બતાવો.

(૪) એક લોટાને ઉંધો મૂકી, તેમાં પોલી નળી મૂકો અને એ નળી પાણીમાં મૂકો. લોટાને સ્ટવથી તપાવો. અંદરથી હવા વધવાથી બહાર જશે એ બતાવો. લોટો ઠંડો પડશે એટલે જેટલી હવા બહાર ગઇ તેટલું પાણી ચઢશે એ બતાવો.

આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યારે દૂધ ઉન્હું થઇ ઉકળવાની તૈયારી કરે છે ત્યારે ઉભરો આવે છે; એટલે કે એનું કદ વધે છે.

કડી અને દડો



ચિત્ર નં. ૧

તે જ પ્રમાણે આપણે એક દડો અને એક કડી લઇએ. (ચિત્ર નં. ૧) **સાધારણ સ્થિતિમાં એ દડો કડીમાંથી ચાલી જાય, પણ જો એ દડો તપાવીએ તો માલમ પડશે કે તે કડીમાંથી પસાર નહીં થઇ શકે; પણ ઠંડો પડયા પછી પાછો પસાર થશે.**

આના ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે **ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થો ગરમી આપવાથી કદમાં વધે છે.**

જેમ પદાર્થોને ગરમી આપવાથી કદમાં વધે છે તે જ પ્રમાણે **ઠંડી આપવાથી સંકોચાય** એ સમજી શકાય છે.

હવે આપણે વાયુ ઉપર પણ એ જ અસર થાય છે કે નહીં તે જોઇએ. એક લોટાને ઉકળતા પાણીમાં લાંબો વખત સુધી મૂકી રાખો જેથી અંદરની હવા ગરમ થાય. એ લોટાને પછી બહાર કાઢી એક છિદ્રવાળો બુચ મારો. બુચમાં તીના મ્હોંવાળી નળી મૂકી લોટાને એક પાણીના વાસણમાં ઉંધો મૂકો. તરત જ તીના મ્હોંમાંથી ફુવારો ફુટશે. આનું કારણ તમે સમજી શકો છો. જ્યારે લોટો ઉકળતા પાણીમાથી બહાર કાઢવામાં આવે છે ત્યારે એની અંદરની હવા ઠંડી પડે છે એટલે હવાનું કદ ઓછું થાય છે. તેથી લોટાની અંદર દબાણ ઓછું થાય છે અને બહાર હવાનું વધારે દબાણ હોવાથી ફુવારો થાય છે.

હવે પદાર્થો કેટલા વધે છે તે આપણે જોઇએ. એક કરોડ ઇંચ લાંબો પીત્તળનો સળીયો લઇએ અને એને એવી રીતે તપાવીએ કે એની ઉષ્ણતા ૧° અંશ વધે તો ૧૮૭ ઇંચ એની લંબાઇ વધશે.

૧૦ લાખ ઘનફુટ પાણી લઇએ અને એવી રીતે ગરમ કરીએ કે એની ઉષ્ણતા ૧° અંશ વધે તો ૨૦૩ ઘનફુટ એનું કદ વધે.

૨૭૩ ઘનફુટ કોઇ પણ વાયુને એવી રીતે ગરમ કરીએ કે એની ઉષ્ણતા ૧° અંશ વધે તો વાયુનું કદ ૧ ઘનફુટ વધે.

આ રીતે જોઇ શકાય છે કે **વાયુ સૌથી વધારે કદમાં વધે છે અને ઘન પદાર્થો સૌથી ઓછા કદમાં વધે છે.**

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે બધા ઘન પદાર્થો સરખી રીતે કદમાં વધતા નથી. જ્યારે પીત્તળ ૧૮૭ ઇંચ લંબાઇમાં વધે છે ત્યારે તાંબુ ૧૬૭ ઇંચ વધે છે: જ્યારે પાણી ૨૦૩ ઘનફુટ વધે છે ત્યારે પારો ૧૮૨ ઘનફુટ વધે છે.

સામાન્ય રીતે ઘન પદાર્થો બહુ જ થોડા વધે છે; પ્રવાહી પદાર્થો એના કરતાં વધારે કદમાં વધે છે અને વાયુઓ સૌથી વધારે વધે છે.

હવે આપણે ઉષ્ણુતાથી લંબાઇ અને કદ વધવાના સામાન્ય દાખલાઓ લઇએ. લુહાર પૈડાં ઉપર વાટ ચઢાવે છે ત્યારે પહેલાં તપાવે છે અને વાટ વધે છે જેથી પૈડાં ઉપર સ્હેલાઇથી આવી જાય છે. પછી તેના ઉપર પાણી નાંખે છે એટલે વાટ સંકોચાય છે જેથી બરાબર સખ્ત આવી રહે છે.

રેલ્વેના બે પાટા વચ્ચે થોડી જગ્યા રહેવા દેવામાં આવે છે. એનું કારણ એ છે કે બન્ને પાટા ઉન્હાળાની ગરમીને લીધે લંબાઈમાં વધે છે. હવે જો વધવા માટે જગ્યા ન રાખવામાં આવે તો પાટા વધીને એક બીજા ઉપર ચઢી જાય. ધાતુઓનાં દરેક બાંધકામમાં આ પ્રમાણે વધવા માટે થોડી જગ્યા રાખવામાં આવે છે. એટલું સમજવું રહેલું છે કે પાટા વચ્ચે જે જગ્યા વિલાયત જેવા ઠંડા મુલકમાં રહેવા દેવામાં આવે તેનાં કરતાં વધારે જગ્યા પંજાબ જેવા ગરમ પ્રદેશમાં રાખવામાં આવે કારણકે પંજાબમાં ગરમી વિશેષ હોવાથી પદાર્થો કદમાં વિશેષ વધે છે.

વાયુના કદ વધવાના દાખલા સામાન્ય છે. સાઇકલની રબરની નળીમાં આપણે હવા ભરીએ છીએ. એ સાઇકલમાં હવા બહુ જ ભરી હોય અને તાપમાં મૂકી હોય તો હવાનું કદ વધી નળી ફાટી જાય. એજ પ્રમાણે મોટરના ટાયરો ફાટી જાય છે.

મોટરનું પૈડું ઘણું સખત ફરવાથી ઘર્ષણને લીધે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે અને તેથી હવા કદમાં વધે છે અને નળીમાં હવા ઘણી ભરી હોય તો ફાટી જાય છે.

પ્રકરણ ૨.

ઉષ્ણુતામાપક યંત્રો. (થર્મોમીટર)

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) સેન્ટીગ્રેડ અથવા સતાંશ ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર, (૨) ફેહરનહાઈટ ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર, (૩) ડાકટરનું ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર, (૪) બરફ, (૫) ઉકળતું પાણી, (૬) મીઠું, નવસાર વગેરે, (૭) જામો (Beakers), (૮) લોટા, (૯) સ્ટવ વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) સેન્ટીગ્રેડ અને ફેહરનહાઇટ નામના ઉષ્ણુતામાપક યંત્રો બતાવો.

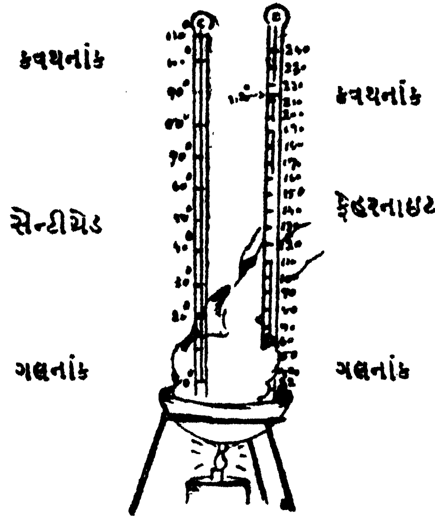
(૨) એ બન્ને યંત્રોને બરફમાં અને ઉકળતા પાણીમાં મૂકો.

(૩) સેન્ટીગ્રેડનો પારો બરફમાં ૦° અંશ ઉપર અને ઉકળતા પાણીમાં ૧૦૦° અંશ ઉપર રહે છે અને ત્યાંથી ખસતો નથી એ બતાવો.

(૪) ફેહરનહાઇટનો પારો બરફમાં ૩૨° અંશ અને ઉકળતા પાણીમાં ૨૧૨° અંશ ઉપર રહે છે અને ત્યાંથી ખસતો નથી એ બતાવો.

(૫) બરફમાં મીઠું નાંખો; ઉકળતા પાણીમાં મીઠું નાંખો. પારો પહેલામાં ૦° અંશ C. અને ૩૨° F થી નીચે ઉતરે છે અને બીજામાં ૧૦૦° અંશ C. અને ૨૧૨° અંશ F થી ઉપર જાય છે તે બતાવો.

ઉષ્ણુતામાપક યંત્રો.



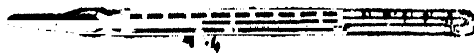
ચિત્ર નં. ૨

આપણે બે પ્યાલામાં ગરમ પાણી લઇએ. એકમાં પાણી થોડું ગરમ હોય અને બીજામાં સ્હેજ વધારે ગરમ હોય. આપણે આંગળી મૂકીએ તો માલમ પડશે કે એક કરતાં બીજું થોડું વિશેષ ગરમ છે. તે ચોક્કસ રીતે આપણે જાણવું જોઇએ. એ માટે આપણને ઉષ્ણુતામાપક યંત્રની જરૂર છે.

ગરમી ચોક્કસ રીતે માપવા માટે બે પ્રકારના ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર હોય છે; એકનું નામ સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર અને બીજાનું નામ શોધકના નામ ઉપરથી ફેહરનહાઇટ ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર છે. બન્નેમાં પોળી નળી છે જેમાં પારો છે. બન્ને ઉપર કાપા કરવામાં આવ્યા છે. **સેન્ટીગ્રેડમાં ૦ થી ૧૦૦ કાપા અને ફેહરનહાઇટમાં ૩૨ થી ૨૧૨ કાપા કરવામાં આવે છે.** એ દરેક કાપાને ડીગ્રી અથવા અંશ કહેવામાં આવે છે. જ્યારે **સેન્ટીગ્રેડ અથવા સતાંશ ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર બરફમાં મૂકવામાં આવે છે ત્યારે O**

ઉપર જે કાપા છે ત્યાં પારો સ્થિર રહે છે. પછી એ યંત્રને ગરમ પાણીમાં મૂકવામાં આવે તો પારાનું કદ વધે અને પારો ચઢવા માંડે. જ્યારે પાણી ઉકળવા માંડે ત્યારે પારો બરાબર ૧૦૦ કાપા ઉપર સ્થિર રહેશે, અને જ્યાંસુધી પાણી ઉકળતું રહેશે ત્યાંસુધી ૧૦૦ કાપા ઉપર જ પારો સ્થિર રહેશે. ૦ કાપો તેથી 0° અંશ સેન્ટીગ્રેડ (C) કહેવાય છે અથવા તો ગલનાંક કહેવાય છે કારણકે 0° અંશ ઉપર બરફનું ગલન થાય છે અથવા બરફ પીગળે છે. ૧૦૦ કાપે પાણી ઉકળે છે માટે એ ૧૦૦° અંશ સેન્ટીગ્રેડ અથવા ક્વથનાંક (*ક્વથ=ઉકળવું) કહેવાય છે. એજ પ્રમાણે ફેહરનહાઇટ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર બરફમાં મૂકવામાં આવે તો ૩૨ કાપા ઉપર પારો સ્થિર રહે અને ઉકળતા પાણીમાં ૨૧૨ કાપા ઉપર સ્થિર રહે. ૩૨ કાપાને ૩૨° અંશ F અથવા ગલનાંક કહેવાય છે, ૨૧૨ ને ૨૧૨° અંશ F અથવા ક્વથનાંક કહેવાય છે.

ડાકટરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર



ચિત્ર નં. ૩

ડાક્તરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર એ ફેહરનહાઇટ યંત્ર છે. એને આપણે બરાબર જોઇશું (ચિત્ર નં. ૩) તો માલૂમ પડશે કે એક બાજુ ઉપર ૯૫ અંશ F અને બીજી બાજુ ઉપર ૧૧૦° અંશ F છે, કારણકે આપણા શરીરની ગરમી એ બે અંશની વચ્ચે જ રહે છે. વળી ૯૮·૪ F ઉપર એક ઊભો કાપો છે જે આપણા શરીરની સામાન્ય ગરમી બતાવે છે. ૯૮·૪° અંશ F અથવા ૩૬·૯° અંશ C આપણા શરીરની ગરમી છે. એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે ડાક્તરનું ઉષ્ણતામાપક યંત્ર ફેહરન-

હાઈટ યંત્ર છે, સેન્ટીગ્રેડ નહીં. આપણને ૧૦૦° અંશ તાવ આવે છે તે વખતે તાવ ૧૦૦° અંશ F કહેવાય છે, ૧૦૦° અંશ C નહીં; કારણ ૧૦૦° અંશ C તો ઉકળતા પાણીની ગરમી છે અને આપણા શરીરની ગરમી એટલી તો ન જ હોય.

આપણને એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે ૧૦૦° **અંશ C અથવા ૨૧૨° અંશ F ચોકખા પાણીનું જ કવથનાંક છે.** એ જ **પાણીમાં મીઠું નાંખીએ તો પાણીની ઉષ્ણતા વધે અને પારો ૧૦૦° અંશ C અને ૨૧૨° અંશ F થી ઊંચે જાય.** દાળ ઉકળે અને પાણીમાં ગળે ત્યારે એની ઉષ્ણતા ૧૦૦° અંશ C કે ૨૧૨° અંશ F થી વધારે હોય છે. **જ્યારે જ્યારે પાણીની અંદર પદાર્થોનું દ્રાવણ થયું હોય ત્યારે પાણીનું કવથનાંક વધે. રેતીનું પાણીમાં દ્રાવણ થતું નથી, એટલે રેતીવાળા પાણીનું કવથનાંક વધે નહીં.**

બીજું, પાણીનું કવથનાંક ૧૦૦° અંશ C ફક્ત સમુદ્રની સપાટી ઉપર જ છે. **જેમ જેમ પૃથ્વીથી ઊંચે જઇએ તેમ કવથનાંક ઘટે.** સામાન્ય નિયમ એવો છે કે **દરિયાની સપાટીથી ૧૦૮૦ ફુટ ઊંચે જઇએ ત્યારે પાણીનું કવથનાંક ૧° અંશ C ઘટે.** આપણે એક દાખલો લઇએ. આલ્પસ પર્વત ઉપર પાણીનું કવથનાંક ૮૪° અંશ C છે. હવે આ કવથનાંકની મદદથી આપણે આલ્પ્સ પર્વત કેટલો ઊંચો છે તે શોધી કાઢીએ. જ્યારે ૧° અંશ C કવથાંક ઘટે ત્યારે ૧૦૮૦ ફુટ ઊંચે જવાય, તો ૧૬° અંશ C ઘટે તો ૧૦૮૦×૧૬=૧૭૨૮૦ ફુટ ઊંચે જવાય. આલ્પસ પર્વતની ઊંચાઇ ૧૭૨૮૦ ફુટ છે એ આ પ્રયોગથી સાબીત થાય છે. **પર્વતોની ઊંચાઇ પાણીના કવથનાંકથી માપી શકાય છે.**

જે પ્રમાણે મીઠું અને દ્રાવ્ય પદાર્થો નાંખવાથી પાણીનું કવથનાંક વધે તે જ પ્રમાણે **મીઠું અને બીજા દ્રાવ્ય પદાર્થો બરફમાં નાંખવાથી બરફનું ગલનાંક ઘટે છે.** બરફમાં આપણે

ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર મૂકીએ તેા પારેા ૦° અંશ C પર રહેશે. એમાં મીઠું કે બીજો કેાઇ દ્રાવ્ય પદાર્થ નાંખીએ તેા પારેા ૦° અંશ C થી ઉતરશે. જેમ મીઠું વધારે નાંખીશું તેમ પારેા ઉતરતેા જશે.

આઇસ્ક્રીમ બનાવતાં આપણે બરફમાં મીઠું નાંખીએ છીએ. તેનું એ પ્રયેાજન છે કે બરફનું ગલનાંક ઘટવાથી વધારે ઠંડી ઉત્પન્ન થાય અને દૂધ વ્હેલું ઠરી જાય. મીઠાને બદલે આપણે ખાંડ કે નવસાર નાંખી શકીએ પણ એ મેાંઘા પડે એટલે નથી નાંખતા. પણ બરફમાં રેતી કે ધૂળ નાંખી ન શકીએ કારણ રેતી કે ધૂળનું બરફમાં દ્રાવણ થતું નથી.

પ્રકરણ ૩.

ઉષ્ણુતાવહન.

સાધનેાની યાદીઃ

(૧) તાંબા અને લેાખંડનેા સાંધેલેા સળીયેા, (૨) મીણના કકડા, (૩) કાચની નળી, (૪) ઉષ્ણુતામાપક યંત્રેા, (૫) મેસ, (૬) મદ્યાર્ક, અને (૭) થર્મોસ.

શિક્ષકને સૂચનાઃ—

(૧) તાંબા અને લેાખંડનેા સાંધેલેા સળીયેા લઈ તેને સમાંતરે મીણ ચ્હેાંટાડેા.

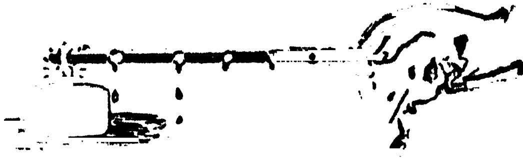
(૨) મધ્યમાં સળીયાને ગરમ કરેા. તાંબા ઉપર ચ્હેાંટાડેલા મીણ તરત જ પીગળી લેાખંડ ઉપર ચ્હેાંટાડેલા મીણ કરતાં વહેલા ખરી પડશે એ બતાવેા. તાંબુ અને લેાખંડ ઉષ્ણુતાવાહક છે એ સિદ્ધ કરેા; તાંબુ જલદ વાહક છે, લેાખંડ એાછું જલદ છે.

(૩) કાચની નળીને મદ્યાર્કમાં તપાવેા અને બતાવેા કે એક છેડેા તપી જાય છે પણ તમારા હાથમાંનેા છેડેા ઠંડેા જ રહે છે. કાચ મંદવાહક છે એ સિદ્ધ કરેા.

(૪) બે ઉષ્ણતામાપક યંત્ર લો. એકના પારા ઉપર મેશ ચોપડો અને તડકામાં મૂકી રાખો. મેસવાળા યંત્રમાં પારો વિશેષ ચઢે છે એ બતાવો. કાળા પદાર્થો ધોળા કરતાં જલદ ઉષ્ણતાવાહક છે તે સિદ્ધ કરો.

(૫) છોકરાઓને થર્મોસની ચળકતી દિવાલ બતાવો અને પાણી ગરમ રહી શકે છે તે બતાવો.

સળીયો અને મીણના કકડા.



ચિત્ર નં. ૪

આપણે તાંબાના સળીયાનો એક છેડો મશાલ્માં મૂકીએ અને બીજો છેડો આપણા હાથમાં રાખીએ તો થોડા વખતમાં સળીયામાં ગરમી એટલી બધી પ્રસરી જશે કે બીજા છેડાને આપણાથી હાથમાં પકડી શકાશે નહીં. એ ગરમી મશાલ્માંથી આપણા હાથમાં કેવી રીતે આવે છે તે જોવા માટે એક સળીયા ઉપર મીણના કકડા ચોંટાડો અને પછી સળીઆને મશાલ્માં મૂકો. (ચિત્ર નં. ૪) તમે જોશો કે એ બધા મીણના કકડા પીગળીને એક પછી એક ખરવા માંડશે. મશાલ્ પાસે જે હશે તે વ્હેલો ખરી જશે, કારણકે મશાલ્માંથી ગરમી અણુઓ માર્ફત પસાર થાય છે. પહેલાં એક અણુ ગરમ થાય છે. તે ગરમ અણુ પોતાની ગરમી બીજાને આપે છે, બીજો ત્રીજાને આપે છે. એ પ્રમાણે મશાલ્ની ગરમી હાથ પાસે રહેલા છેલ્લા અણુને મળી રહે છે. **આ રીતે ઉષ્ણતાને લઇ જવામાં આવે છે અને તેથી આ ક્રિયાને ઉષ્ણતાવહન કહેવામાં આવે છે.**

આ ઉષ્ણતાવહનની ક્રિયા સ્હમજાવવા એક સરલ દાખલો લઇએ. ૧૦૦ છોકરાની હાર ઊભી છે અને એક દડો પહેલા છોક-

રાના હાથમાંથી છેલ્લા છોકરાના હાથમાં મ્હારે આપવો છે. તો દડો હું પહેલા છોકરાને આપું; તે બીજાને આપશે, બીજો ત્રીજાને આપશે, એ પ્રમાણે છેલ્લા છોકરાને દડો મળશે.

હવે જે પ્રમાણે આપણે તાંબાનો સળીયો તપાવ્યો તેજ પ્રમાણે લોખંડનો, સોનાનો, પીત્તળનો કે ગમે તે ધાતુનો સળીઓ તપાવીશું તો ગરમી એજ પ્રમાણે એક છેડાથી બીજે છેડે વહી જશે. **સોનું, તાંબુ, રૂપું, પીત્તળ, લોખંડ, પત્થર વગેરે પદાર્થો જે ગરમીને પસાર થવા દે છે તે ઉષ્ણતાવાહક પદાર્થો કહેવાય છે.**

પણ એ પદાર્થોની વાહકતામાં પણ થોડો ફેર હોય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે તાંબાના પ્યાલામાં દૂધ કહાડયું હોય અને રૂપાના પ્યાલામાં કહાડયું હોય તો રૂપાનો પ્યાલો વધારે ગરમ રહેશે કારણ **રૂપું એ જલદ ઉષ્ણતાવાહક છે.** એ સિદ્ધ કરી બતાવવા આપણે પ્રયોગ કરીએ. તાંબુ અને લોખંડનો સાંધેલો એક સળીયો લો અને જ્યાંથી એ સાંધેલો છે તેની સમાન્તરે મીણના કકડા લટકાવો અને મધ્યબીંદુ આગળ ગરમી આપો. ત્હમને જણાશે કે **તાંબાં ઉપરના મીણના કકડા વહેલા પીગળીને ખરી જશે** જ્યારે લોખંડની ઉપરના કકડાઓ તે પછી પીગળીને ખરી જશે. જે પ્રમાણે કેટલાક પદાર્થો જલદ ઉષ્ણતાવાહક છે તેમ કેટલાક મંદવાહક અથવા અવાહક છે. કાચની એક નળી આપણે મશાલમાં ધરી રાખી હોય તો એ ભાગ ઓગળી જશે પણ આપણા હાથ પાસેનો છેડો ઠંડો જ રહેશે અને આપણાથી સુખેથી પકડી રખાશે. આ બતાવે છે કે કાચ અવાહક છે અથવા મંદવાહક છે. એજ પ્રમાણે લાકડાનો કકડો ધર્યો હોય તો તે ભાગ બળવા માંડે પણ બીજો છેડો તો સુખેથી પકડી શકાય. **કાચ, લાકડું, રૂ, રેશમ વગેરે પદાર્થો મંદવાહક કે અવાહક ગણાય છે.**

હવે એ જલદ વાહકતા અને મંદ વાહકતાના આપણે વ્યવહારૂ દાખલા લઇએ. દૂધ કે **ચાહ આપણે કાચના પ્યાલામાં કેમ**

પીએ છીએ? કારણકે ચાહની ગરમી કાચ માર્ફત આપણા હાથમાં આવતી નથી, જેથી આપણે દાઝતા નથી. કોઇ ગરમ વસ્તુ પકડવી હોય તો આપણે કપડાથી ઊંચકીએ છીએ કારણકે કપડું મંદવાહક હોવાથી ગરમી આપણને લાગતી નથી.

ઉન્હાળામાં જમીન કરતાં પથરા વધારે તપી જાય છે. લાકડાનાં છાપરાં કરતાં પતરાં વધારે તપી જાય છે કારણકે જમીન અને લાકડું પતરાં કરતાં મંદવાહક છે. પત્થર, સીમેન્ટ અને ઈંટના બનાવેલાં મકાનો કરતાં લીપેલાં માટીનાં ઝુંપડાં વધારે શીતળ લાગે છે કારણકે છાણ અને માટી મંદવાહક છે. હિંદ જેવા ગરમ પ્રદેશમાં છાણ અને માટીનો ઉપયોગ તેથી વધારે પથ્ય છે.

શિઆળાના દિવસોમાં આપણને લાદી કરતાં લીપેલી જગ્યા વધારે ગરમ લાગશે. દિવસમાં લાદી જેમ વધારે તપે છે તેમ રાત્રે વધારે શીતળ બની જાય છે; જ્યારે લીપેલી જગ્યા શીતળતા અને ઉષ્ણતાની મંદવાહક હોવાથી શિઆળામાં ઠંડી નથી થતી અને ઉન્હાળામાં ગરમ નથી થતી. વળી ઠંડા પ્રદેશોના ઘરોના પથરાના ઓરડામાં હંમેશાં કાથાની સાદડીઓ પાથરી રાખવામાં આવે છે કારણ કે કાથો મંદવાહક હોવાથી પથરની ઠંડીને આપણા શરીરમાં લઇ જતો નથી.

રસોઈ કરતી વખતે અને હવન કરતી વખતે રેશમી કાપડનો ઉપયોગ કરવાની આપણામાં પ્રથા છે. તેનું કારણ એ છે કે રેશમ મંદવાહક હોવાથી કોઇ વખત અગ્નિનો તણખો પડે તો આખું કાપડ સળગવાને બદલે તે જગ્યાએ કાણું પડી અગ્નિ ઓલવાઇ જશે. એ તણખાની ગરમીને રેશમ વહન કરવા દેતું નથી.

એ ઉપરાંત આપણે જાણીએ છીએ કે બરફ સાચવવા માટે ભુસું અને કોથળા બરફ આસપાસ વીંટેલી રાખવા પડે છે, કારણકે

ઘુસું અને કોથળા મંદવાહક હોવાથી બ્હારની ગરમી અંદર જતી નથી. ઉન્હાળામાં આપણે ગરમ કપડાં પ્હેરીએ છીએ કારણકે ઉન મંદવાહક હોવાથી બ્હારની શીતળતા શરીરમાં નથી લઇ જતું કે શરીરની ઉષ્ણુતા બ્હાર નથી લઇ જતું.

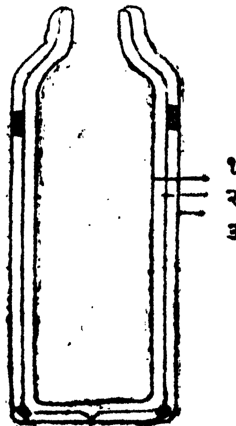
વળી એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે અમુક વસ્તુ જેમ વધારે ખરબચડી અને કાળી હોય તેમ તે વધારે ઉષ્ણુતાવાહક બને છે. આ કારણને લીધે તપેલાંની નીચે કંસારાઓ ખાંચ પાડે છે, અને રસોઇ કરતી વખતે તપેલાંની નીચે માટીનું થર કરવામાં આવે છે. વળી આપણે ઉન્હાળામાં કાળાં કપડાં નથી પ્હેરતા કારણકે કાળી વસ્તુ વધારે જલદ ઉષ્ણુતાવાહક છે, જ્યારે ધોળાં કપડાં એ ઉષ્ણુતાનું પરાવર્તન કરે છે. કાળી વસ્તુ વધારે જલદવાહક છે એનો પ્રયોગ કરીએ.

બે ઉષ્ણુતામાપક યંત્ર લો; એકના ઉપર મેસ ચોપડો અને બીજાને એમને એમ રહેવા દો. પછી બન્નેને તડકામાં મૂકો તો જણાશે કે મેશવાળામાં પારો વિશેષ ચઢે છે.

થર્મોસ

૧,૩ થર્મોસની દિવાલ.

૨ શૂન્ય.



ચિત્ર નં. ૫

વળી એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે હવા બહુ જ મંદવાહક છે. આપણે જાણીએ છીએ કે **થર્મોસ** નામનું એક વાસણ આવે છે જેમાં ગરમ દૂધ લાંબો વખત સુધી ગરમ રાખી શકાય છે. એ થર્મોસમાં બે દિવાલ હોય છે અને એ બે દિવાલો વચ્ચેની હવા કાઢી નાંખવામાં આવે છે અથવા એમાં શૂન્ય રહે છે. (ચિત્ર નં. ૫) **શૂન્ય મંદવાહક હોવાથી બ્હારની શીતળતા અંદર નથી આવતી અને અંદરની ઉષ્ણુતા બ્હાર નથી જતી.** બહુ થંડા મુલકોનાં ઘરોમાં એકને બદલે બે કાચની બારીઓ રાખવામાં આવે છે જેથી એ બે બારી વચ્ચે અમુક હવા રહે, અને એ હવા ઓરડાની ઉષ્ણુતા બ્હાર ન લઇ જાય કે બ્હારની ઠંડી અંદર ન લઇ જાય. આ જ કારણને લીધે ગોદડાંથી ધાબળા કરતાં આપણને તાઢમાં વિશેષ રાહત મળે છે. રૂમાં ઘણી જ હવા હોવાને લીધે આપણા શરીરની ગરમી બ્હાર જતી નથી.

પ્રકરણ ૪.

ઉષ્ણુતાનયન.

જોઈતા સાધનોની યાદી:

(૧) લોટો, (૨) પાણી, અને (૩)મધાઈ.

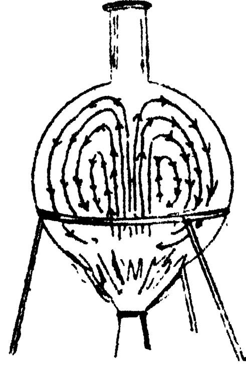
શિક્ષકને સૂચના:

(૧) એક લોટામાં પાણી ભરો અને અંદર પોટાશ પર્મેન્ગેનેટની એક ન્હાની કણ નાંખો.

(૨) એ લોટાને ગરમ કરો; નીચેનું ગરમ અને હલકું પાણી ઉપર જતું દેખાશે અને ઉપરનું ઠંડું અને ભારે પાણી નીચે આવતું જણાશે તે બતાવો.

ઘન પદાર્થોમાં અણુઓ માર્ફત ગરમીનું વહન થાય છે એ આપણે જોઇ ગયા. હવે પ્રવાહીઓ અને વાયુઓ કેવી રીતે ગરમ થાય છે એ આપણે જોઇએ.

ઉષ્ણતાનયન



ચિત્ર નં. ૬

એક લોટામાં પાણી લઈ **પોટાશ પર્મેન્ગેનેટ** નામના રસાયનની એક કણ નાંખો જે નીચે બેસી જશે. પછી એ લોટાને ગરમી આપો. તમે જોશો કે એ કણનું દ્રાવણ થવા માંડશે અને **નીચેનું પાણી ગરમ બનવાથી હલકું થશે અને ઉપર જશે અને ઉપરનું ઠંડું પાણી ભારે હોવાને લીધે નીચે આવશે.** (ચિત્ર નં. ૬). નીચે આવેલું પાણી પાછું ગરમ બની હલકું બનશે અને ઉપર જશે. આ પ્રમાણે હલકું ગરમ પાણી ઉપર જશે અને ભારે ઠંડુ પાણી નીચે આવશે અને અંતે એ પાણી ઉકળવા માંડશે.

આ ક્રિયામાં આપણે જોઇએ છીએ કે પ્રવાહીના અણુઓ પોતે જ ગતિ કરે છે. ઉષ્ણતાવહનમાં અણુઓ ગતિ નથી કરતા, પણ ગરમી પોતે ગતિ કરે છે. **પ્રવાહીમાં ગરમી પહોંચાડનારી આ ક્રિયા જેમાં અણુઓ પોતે જ ગરમી લઇ જાય છે તેને ઉષ્ણતાનયન કહે છે. બધા પ્રવાહીઓ આ પ્રમાણે ગરમ થાય છે.**

પાણી એ મંદવાહક છે. તેથી **આપણે ગરમ થતા બંબાનું પાણી શરૂઆતમાં તપાસીએ તો ચકલી આગળનું ભારે**

ઠંડુ પાણી ઠંડુ જ રહેશે અને ઉપરનું પાણી ગરમ રહેશે. સરોવરની સપાટી ઉપરના પાણી સૂર્યના તાપને લીધે કંઇક ગરમ હોય છે પણ અંદરનું પાણી શીતળ જ હોય છે, કારણ પાણી મંદવાહક છે અને ગરમ પાણી હલકું હોવાથી ઉપર જ રહે છે.

વાયુ પણ પ્રવાહી માફક જ ગરમ થાય છે. આપણે ઉચ્છ્વાસમાં જે કાર્બોનીક એસીડ ગેસ બ્હાર કાઢીએ છીએ તે ગરમ હોય છે એટલે હલકો હોય છે અને ઓરડાની છત તરફ જાય છે. ઓરડામાં જાળીયાં હોય તો તે માર્ફત એ ગરમ હવા ચાલી જાય અને બીજી ઠંડી હવા બારી આગળથી આવે. આ કારણે બારીઓ જેમ બને તેમ નીચી રાખવામાં આવે છે અને જાળીયાં જેમ બને તેમ ઊંચે રાખવામાં આવે છે. દિવામાં પણ ઠંડી ભારે હવા નીચેથી આવી શકે તેને માટે ચીમની નીચે છિદ્ર હોય છે અને કાર્બોનીક એસીડ ગેસ જવા માટે ઉપર વ્યવસ્થા હોય છે. એજ પ્રમાણે દિવસમાં જમીન તપવાથી હવા હલકી થઇ ઉપર જાય છે અને દરિયા ઉપરની ઠંડી ભારે હવા પવન રૂપે આવે છે. દરિયા ઉપર આવેલા પ્રદેશો સમશીતોષ્ણ હોય છે તેનું કારણ એ છે કે જમીન કરતાં પાણી મંદવાહક હોવાથી દરિયો દિવસમાં ઓછો તપે છે અને રાત્રે ઓછો ઠંડો પડે છે. તેથી દિવસમાં ગરમી ઓછી લાગે છે, અને રાત્રે ઠંડી ઓછી લાગે છે.

પ્રકરણ ૫.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.

જોઈતા સાધનોની યાદીઃ—

(૧) બે ત્રણ કાર્ડબોર્ડ, (૨) મીણબત્તી, (૩) મધાર્ક, અને (૪) આરસીઓ.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) બે બોર્ડ લઈ તેમાં સરખી ઊંચાઈએ છિદ્રો પાડી દિવા સમક્ષ મૂકો. દિવો દેખાશે.

(૨) એક બોર્ડ સ્હેજ નીચું કરો. દિવો નહીં દેખાય.

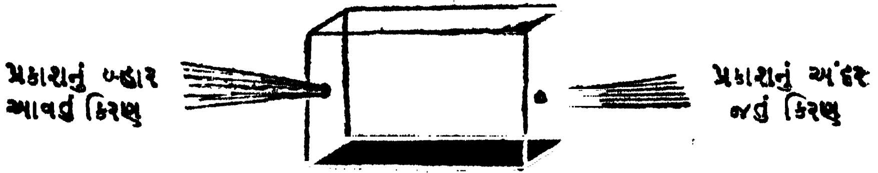
(૩) પ્હેલું બોર્ડ અને દિવો એટલાંજ નીચાં કરો. પાછો દિવો દેખાશે. પ્રકાશ સીધી લીટીમાં પસાર થાય છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) આરસી સમક્ષ ડાબી બાજુએ એક દિવો મૂકો. જમણી બાજુએ એ દિવાનું પ્રતિબિંબ કયાં આગળ દેખાય છે તે વિદ્યાર્થી પાસેથી જ શોધી કઢાવો. એ ઉપરથી આપાત કિરણ, લંબકિરણ, અને પરાવર્તન કિરણ દોરી પરાવર્તનના નિયમો સ્હમજાવો.

આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યારે સૂર્યનાં કિરણો આરસી ઉપર, પાણી ઉપર કે કોઇ ચળકતા પદાર્થ પર પડે છે ત્યારે એ કિરણો પાછાં ફરે છે. **કિરણના આ પાછાં ફરવાને આપણે પરાવર્તન કહીએ છીએ.** આપણે એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે ઇશ્વરની સૃષ્ટિમાં કંઇ પણ અવ્યવસ્થિત નથી. જેમ બધી ક્રિયામાં નિયમો હોય છે તેમ આ પરાવર્તનમાં પણ અમુક નિયમો હોય છે, જેનો આપણે અભ્યાસ કરીએ.

એ પરાવર્તનના નિયમોનો અભ્યાસ કરીએ તે પહેલાં સૂર્યના કિરણો આપણે કેવી રીતે જોઇ શકીએ તેનો ખ્યાલ કરીએ. સૂર્યના તડકામાં આપણે નજર કરીએ તો ધૂળની અને બીજી અસંખ્ય રજકણો જોવામાં આવશે. આ રજકણો પણ અમુક અર્થ માટે ઇશ્વરે બનાવી છે. એ રજકણો ઉપર જ્યારે સૂર્યનો અદ્દશ્ય પ્રકાશ પડે છે ત્યારે એ રજકણો પ્રકાશનું આરસીની માફક પરાવર્તન કરે છે અને તેથી આપણે પ્રકાશ જોઇ શકીએ છીએ. **રજકણો અદ્દશ્ય પ્રકાશને દ્દશ્ય બનાવે છે.**

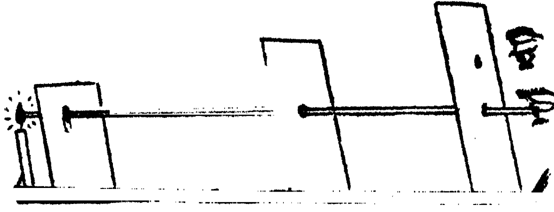
રજકણો વિનાની પેટી



ચિત્ર નં. ૭

એ સિદ્ધ કરવા માટે એક પ્રયોગ કરીએ. એક પેટી લઇને તેમાંથી બધી રજકણો કાઢી નાંખી પ્રકાશનું એક બિંબ એ ઉપર પડવા દો. પેટીની જમણી બાજુ ઉપર એ બિંબ દેખાશે અને પેટીમાંથી બહાર નીકળતું એ બિંબ દેખાશે પણ પેટીમાં એ બિંબ કેવી રીતે અને કયાં જાય છે તે જણાતું નથી કારણ પેટીમાં ધૂળની રજકણો નથી. આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે **ધૂળની રજકણો દુનિઆમાં ન હોત તો દુનિઆમાં અંધારૂં હોત.**

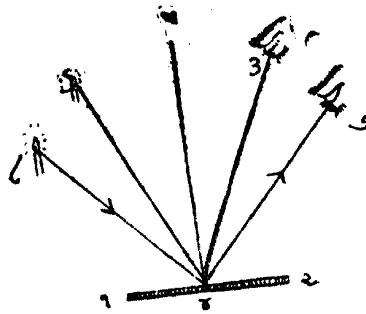
બીજું, પ્રકાશનું બિંબ કેવી રીતે પસાર થાય છે એ આપણે જોઇએ. આપણે એક ઓરડામાં બોલીએ તો એ અવાજના મોજાંઓ ગમે તે રસ્તે, વાંકાં વળીને બીજા ઓરડામાં જાય છે અને આપણો અવાજ ત્યાં સંભળાય છે. પણ પ્રકાશનાં બિંબ એવી રીતે વાંકાં વળતાં નથી; તે તો સીધી લીટીમાં જ પસાર થાય છે. દાખલા તરીકે, એક સ્થળે દિવો મૂકી તેની સમક્ષ લાકડાનો પડદો મૂકીએ તો દિવાનો પ્રકાશ પડદા પાછળ જઇ શકતો નથી પણ એ પડદા અને દિવાની સીધી લીટીમાં એક છિદ્ર પાડીએ તો દિવો બરાબર દેખાય. (ચિત્ર નં. ૮) એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે **પ્રકાશના કિરણો હંમેશાં સીધી લીટીમાં પસાર થાય છે.** એનો અર્થ એ નથી થતો કે લીટી હંમેશાં સીધીજ જોઇએ; એનો અર્થ એ છે કે એની દિશા સીધી જોઇએ, વાંકવાળી નહીં.



ચિત્ર નં. ૮

શરૂઆતમાં આટલું જાણ્યા પછી આપણે પરાવર્તનના નિયમો તપાસીએ. એ તે સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે આપણે કોઈના મ્હોં ઉપર સૂર્યનું પ્રતિબિંબ પાડવું હોય તો અમુક સ્થિતિમાં તકતો ધરીએ તો પાડી શકીએ. સૂર્ય પૂર્વમાં હોય તો પશ્ચિમ દિશાએ એનું પ્રતિબિંબ પાડી શકાય.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.



ચિત્ર નં. ૯

૧,૨ તકતો. ૩,૪ આપાત કિરણ. ૪,૫ લંબ કિરણ. ૩,૪,૫ આપાત કોણ. ૭,૪ આપાત કિરણ. ૭,૪,૫ આપાત કોણ. ૪,૬ પરાવર્તન કિરણ. ૫,૪,૬ પરાવર્તન કોણ. ૪,૮ પરાવર્તન કિરણ. ૫,૪,૮ પરાવર્તન કોણ.

૧,૨ એક તકતો છે. ૩,૪ પ્રકાશનું એક કિરણ છે જે તકતા ઉપર પડે છે. એ કિરણને **આપાત કિરણ** કહેવામાં આવે છે.

પત્=પડવું એ ઉપરથી આપાત શબ્દ યેાજવામાં આવ્યેા છે. જો ૪,૫ નામની એક લીટી તકતાને ૯૦° કાટખુણે દોરવામાં આવે તેા એને **લંબકિરણ** કહેવામાં આવે છે. સામાન્ય અનુભવે તમે સમજી શકશેા કે આપાત કિરણનું **પરાવર્તન** એ લમ્બકિરણની **ડાબી બાજુએ** થશે. પણ એ પરાવર્તન ગમે તેમ થતું નથી; એ પરાવર્તનનેા અમુક નિયમ હેાય છે.

૩,૪,૫ ને **આપાત** કેાણ કહેવામાં આવે છે. જો આપાત કેાણનેા અંશ ૩૦° હેાય તેા પરાવર્તન કિરણ ૪,૬ નું એવી રીતે પરાવર્તન થશે કે ૫,૪,૬ જેને **પરાવર્તન** કેાણ કહેવામાં આવે છે તે પણ ૩૦° અંશનેા થશે.

એ જ પ્રમાણે ૭,૪ નામે બીજું આપાત કિરણ લઈએ.

૭,૪,૫ તેથી આપાત કેાણ કહેવાશે.

એ આપાત કિરણનું પરાવર્તન ૪,૮ નામે **પરાવર્તન** કિરણની દિશામાં થશે જેથી **૫,૪,૮ પરાવર્તન** કેાણ ૭,૪,૫ આપાત કેાણ બરાબર થશે.

એ જ પ્રમાણે જો ૫,૪ આપાત કિરણ હેાય તેા આપાત કેાણનેા અંશ ૦° છે એટલે પરાવર્તન કેાણનેા અંશ પણ ૦° રહેશે; એનેા અર્થ કે લંબકિરણનું એ જ **દિશામાં પરાવર્તન થશે.**

આ ઉપરથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે જ્યારે પ્રકાશના કિરણેાનું પરાવર્તન થાય ત્યારે,

(૧) આપાત કિરણ અને પરાવર્તન કિરણ લમ્બ-કિરણની સ્હામસ્હામી દિશામાં હેાય છે.

(૨) આપાત કેાણ અને પરાવર્તન કેાણ સરખાં હેાય છે.

(૩) લમ્બકિરણ એ જ દિશામાં પરાવર્તન પામે છે.



પ્રકરણ ૬.

પ્રતિબિંબ અને પ્રતિબિંબો.

જોઇતા સાધનોની યાદી:—

(૧) આરસીઓ અને (૨) મીણબત્તી.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ૯૦° અંશને કાટખુણે બે આરસીઓ મૂકો અને તેની વચ્ચે મીણબત્તી મૂકો. ૩ પ્રતિબિંબ દેખાય તે બતાવો.

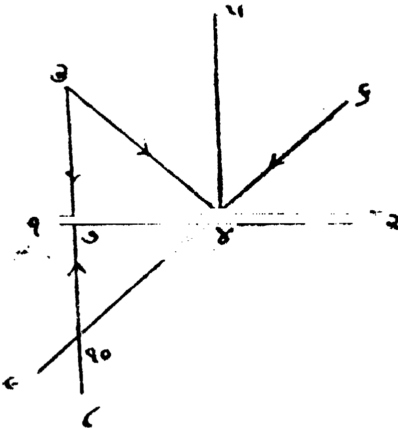
(૨) ૬૦° અંશના ખુણે આરસીઓ મૂકો. ૫ પ્રતિબિંબ દેખાય તે બતાવો.

(૩) ૪૫° અંશને ખુણે ૭ પ્રતિબિંબ થાય છે તે બતાવો.

(૪) ૩૦° અંશને ખુણે ૧૧ પ્રતિબિંબો થાય તે બતાવો.

(૫) બે આરસીઓ સ્હામસ્હામે હોય ત્યારે અસંખ્ય પ્રતિબિંબ થાય છે તે બતાવો.

હવે પરાવર્તનના નિયમો સ્થાપિત કર્યા પછી અમુક પદાર્થ તકતા આગળ મૂકીએ તો તેનું પ્રતિબિમ્બ ક્યાં પડે છે તે આપણે જોઇએ.



૧, ૨ તકતો
૩ પદાર્થ
૩, ૭ લંબકિરણ
૩, ૪ આપાતકિરણ
૪, ૬ પરાવર્તનકિરણ
૧૦ પ્રતિબિમ્બ

ચિત્ર નં. ૧૦

૧, ૨ એ તકતો છે અને એક પદાર્થ ૩ એની સમક્ષ મૂકવામાં આવ્યો છે. એનું પ્રતિબિમ્બ તકતામાં ક્યાં પડે એ આપણે તપાસીએ.

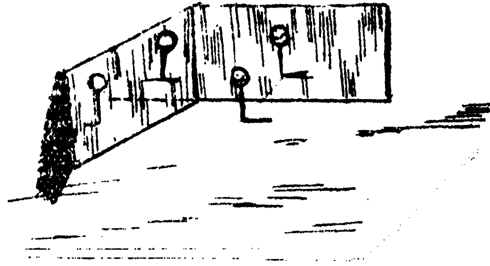
એ પદાર્થમાંથી સરલતા ખાતર આપણે બે જ કિરણ લઇએ, એક લંબકિરણ ૩,૭, અને બીજું આપાત કિરણ ૩,૪. આપણે જોઇ ગયા છીએ કે લંબકિરણનું એજ દિશામાં પરાવર્તન થાય એટલે **આપણે ૩ આગળથી જોઇએ તો પ્રતિબિમ્બનું કિરણ ૮, ૭ ની દિશામાંથી આવતું જણાશે.** એજ પ્રમાણે ૩,૪ આપાત કિરણનું પરાવર્તન કિરણ ૪,૬ છે એટલે આપણે ૬ આગળથી જોઈએ તો તે **પરાવર્તન કિરણ ૯, ૪ ની દિશામાંથી આવતું જણાશે.** લંબ કિરણનું પરાવર્તન કિરણ ૭, ૩ અને આપાત કિરણનું પરાવર્તન કિરણ ૪,૬ ને લંબાવીએ તો તે ૧૦ આગળ મળે છે. **૧૦ તેથી ૩ નું પ્રતિબિમ્બ છે.** આપણે માપીશું તો **૩, ૭ ની લંબાઇ ૧૦, ૭ ની લંબાઇ બરાબર છે.** એનો અર્થ એ કે **અમુક પદાર્થ ૧ ફુટ તકતા સમક્ષ હોય તો તેનું પ્રતિબિમ્બ તકતાની અંદર ૧ ફુટ દૂર હોય.** આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે **પદાર્થ અને પ્રતિબિમ્બ તકતાથી સમાંતરે છે.**

પ્રતિબિમ્બની જગ્યા શોધી કાઢવાનો સરલ ઉપાય હવે મળી આવ્યો. એક પદાર્થમાંથી બે કિરણો લેવાં, એક લમ્બકિરણ અને બીજું આપાતકિરણ. એ બન્નેના પરાવર્તન કિરણને લંબાવવા. જ્યાં એ બે કિરણો એક બીજાને મળે તે પ્રતિબિમ્બની જગ્યા.

અનેક પ્રતિબિમ્બો.

હવે આપણે એક કરતાં વધારે તકતાનો ઉપયોગ કરીએ. જો કોઇ પદાર્થ એ બે તકતાની વચ્ચે મૂકવામાં આવે તો કેટલાં પ્રતિબિમ્બો પડે એ આપણે જોઈએ.

૯૦° અંશે ત્રણ પ્રતિબિમ્બો.



ચિત્ર નં. ૧૧

સામાન્ય નિયમ એવો છે કે બે તકતાઓ વચ્ચે એવો ખુણો હોય કે જે ૩૬૦° અંશનો ભાજ્ય હોય તો પ્રતિબિમ્બની સંખ્યા નીચેના નિયમ પ્રમાણે કાઢી શકાય.

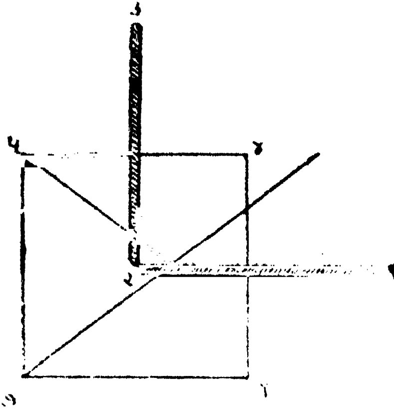
$$\frac{૩૬૦}{\text{તકતાની વચ્ચેનો ખુણો}} - ૧ = \text{પ્રતિબિમ્બની સંખ્યા.}$$

તકતાની વચ્ચેનો ખુણો ૯૦° હોય તો $\frac{૩૬૦}{૯૦} - ૧ = ૩$ પ્રતિબિમ્બ દેખાશે; ખુણો ૬૦°નો હોય તો ૫ દેખાશે, ૪૫°નો હોય તો ૭, ૩૦°નો હોય તો ૧૧ અને બન્ને તકતા સ્હામે હોય એટલે કે જ્યારે ખુણાનો અંશ 0° હોય ત્યારે ($\frac{૩૬૦}{0}$ = અસંખ્ય) અસંખ્ય પ્રતિબિમ્બો જણાશે. જેમ જેમ તકતાનો ખુણો ન્હાનો કરતાં જઇએ તેમ પ્રતિબિમ્બની સંખ્યા વધતી જાય. આથી ઓરડામાં સ્હામસ્હામે દિવાલો ઉપર બે તકતા હોય તો અસંખ્ય પ્રતિબિમ્બો દેખાય.

હવે એટલા પ્રતિબિમ્બો કેવી રીતે તકતામાં પડે છે તે આપણે જોઇએ.

૧,૨ અને ૨,૩ બે તકતા છે અને ૪ પદાર્થ એ બે તકતાની વચ્ચે મૂકવામાં આવ્યો છે. (ચિત્ર નં. ૧૨) તકતાની વચ્ચે ૯૦° અંશનો કાટખુણો છે.

૯૦° કાટખુણે ત્રણ પ્રતિબિંબો.



૧,૨ તકતો
૨,૩ તકતો
૪ પદાર્થ
૫, ૬, ૭ ત્રણ પ્રતિબિંબો.

ચિત્ર નં. ૧૨

આપણે સરલ રીતે સમજી શકીએ કે ૪ નું પ્રતિબિમ્બ ૧,૨ તકતામાં ૬ આગળ પડે અને ૨,૩ તકતામાં ૫ આગળ પડે, કારણ પદાર્થ અને પ્રતિબિમ્બ હંમેશાં સમાંતરે હોય છે.

હવે ૬ પ્રતિબિમ્બ ૨,૩ તકતા સમક્ષ રહેશે એટલે એનું પ્રતિબિમ્બ ૭ આગળ પડશે. ૫ પ્રતિબિમ્બ ૧,૨ સમક્ષ છે એટલે એનું પ્રતિબિમ્બ ૭ આગળ પડશે. આમ ૫ અને ૬ ના પ્રતિબિમ્બો ૭ આગળ એકઠા થાય છે, **એટલે એક (૪) પદાર્થના ૫, ૬ અને ૭ એમ ત્રણ પ્રતિબિમ્બો પડે છે.**

પ્રકરણ ૭.

પ્રકાશનું વક્રીભવન.

જોઈતા સાધનોની યાદીઃ—

(૧) જલપાત્ર, (૨) કાચની નળી, (૩) સીક્કો, અને (૪) વર્તુલાકાર (sphere).

શિક્ષકને સૂચનાઃ—

(૧) કાચના પાત્રમાં પાણી ભરીને તેમાં એક કાચની નક્કર નળી મૂકો. પાણીની સપાટી આગળ તે વાંકી વળેલી જણાશે એ બતાવો.

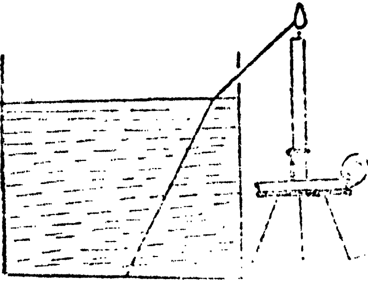
(૨) એજ જલપાત્રમાં વર્તુળાકાર લટકાવો અને એ બેડોળ લાગે છે તે બતાવો.

(૩) જલપાત્રમાં સીક્કો એવી રીતે મૂકો કે ત્હમારાથી દેખાય નહીં. પછી એમાં પાણી નાંખશો તો દેખાશે. પ્રકાશના વક્રીભવનનું આ પરિણામ છે તે સ્હમજાવો.

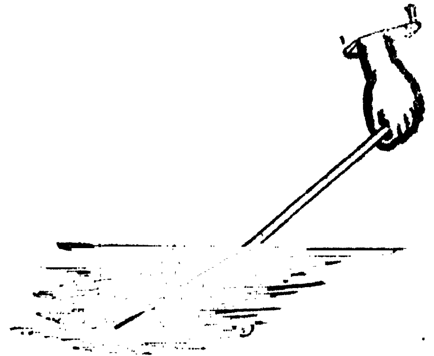
આપણે જોઇ ગયા કે જ્યારે પ્રકાશ તકતા ઉપર પડે છે ત્યારે એ પ્રકાશનું પરાવર્તન થાય છે. પણ બધા પ્રકાશનું પરાવર્તન થતું નથી. કેટલોક પ્રકાશ તકતાની અંદર પણ પસાર થાય છે. હવે એ પ્રકાશના કિરણો અંદર પસાર થયા પછી તેની શું સ્થિતિ થાય છે તે જોઇએ.

જે પ્રમાણે પ્રકાશનું કાચ ઉપર પરાવર્તન થાય છે તેજ પ્રમાણે પાણીમાં પણ પરાવર્તન થાય છે. પણ તકતા પાછળ પારો ચઢાવેલો હોવાથી પ્રકાશનું પરાવર્તન વિશેષ થાય છે, અને સાદા કાચ ઉપર પરાવર્તન થોડું થાય છે.

પ્રકાશનું વક્રીભવન



ચિત્ર નં. ૧૩

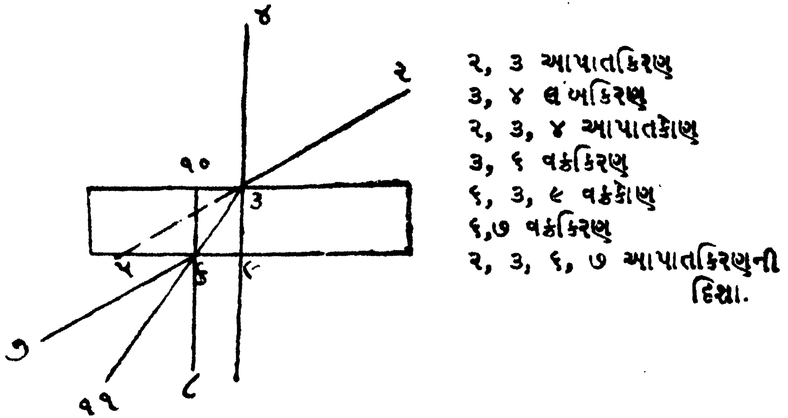


ચિત્ર નં. ૧૪

આપણે પાણીનું એક વાસણ લઇએ અને તેમાં એક લાકડી મૂકીએ તો **પાણીની સપાટી ઉપર એ લાકડી જાણે વાંકી વળતી હોય**

એમ દેખાશે. (ચિત્ર નં.૧૪) વળી એક લાખંડનો દંડો પાણીમાં લટકાવીએ તો તે વિચિત્ર આકારનો અને ફુલી ગયેલો હોય એમ લાગશે. પ્રકાશનું એક કિરણ પાણીમાં પડવા દઈએ (ચિત્ર નં. ૧૩), તો તે પાણીની સપાટી ઉપર વાંકું થયેલું જણાશે. આનું શું કારણ છે તે આપણે તપાસીએ અને તે ઉપરથી પ્રકાશના નવા નિયમો ઘડીએ. **પ્રકાશનાં કિરણના વાંકા વળવાની આ ક્રિયાને વક્રીભવન કહેવામાં આવે છે.**

પારદર્શક કાચમાં પ્રકાશનું વક્રીભવન



ચિત્ર નં. ૧૫

કાચના કકડા ઉપર ૨, ૩, **આપાતકિરણ** છે. ૩, ૪ **લંબકિરણ** છે. ૨, ૩, ૪ **આપાત કોણ** છે. તકતાની માફક અહીં પરાવર્તન નહીં થાય કારણ આ કાચ ઉપર પારો ચઢાવેલો નથી. એટલે ઘણાં કિરણો કાચમાં જ પસાર થશે અને વક્રીભવનની ક્રિયા થશે. જો કાચ ન હોત તો આપાતકિરણ ૩,૫ તરફ ચાલ્યું જાત. પણ કાચ વચ્ચે હોવાથી આપાતકિરણનું વક્રીભવન થાય છે અને એ **વક્રકિરણ ૩,૬ દિશામાં જાય છે,** અને તે એવી રીતે કે **આપાતકોણ ૨,૩,૪ વક્રકોણ ૬,૩,૯ કરતાં મ્હોટો રહેશે.**

હવે એ વક્રકિરણ જ્યારે કાચની બહાર આવશે ત્યારે ફરીથી વક્રીભવન થશે. આ વખતે ૩,૬ આપાતકિરણ કહેવાશે અને ૬,૭ વક્રકિરણ કહેવાશે જેથી આપાતકોણ ૩,૬,૧૦ વક્રકોણ ૮,૬,૭ થી ન્હાનો રહેશે. અંતે, આપાતકિરણ ૨, ૩, ૨,૩,૬,૭ દિશામાં પસાર થશે. આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે જ્યારે,

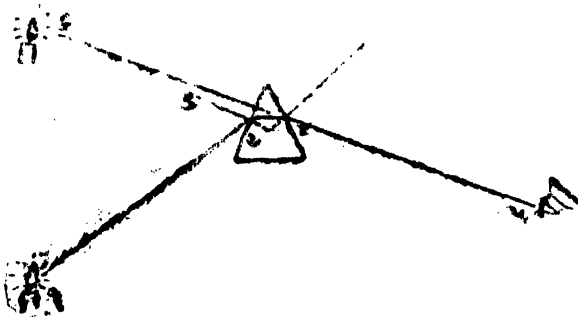
(૧) પ્રકાશનું એક કિરણ હવામાંથી કાચમાં કે પાણીમાં પસાર થાય છે ત્યારે એ કિરણનું વક્રીભવન એવી રીતે થાય છે કે આપાતકોણ વક્રકોણ કરતાં મ્હોટો હોય છે.

(૨) પ્રકાશનું એક કિરણ જ્યારે કાચમાંથી હવામાં પસાર થાય છે ત્યારે આપાતકોણ વક્રકોણ કરતાં ન્હાનો હોય છે.

(૩) આપાત કિરણ અને વક્રકિરણ બે જુદા જુદા પદાર્થમાં હોય છે; એક હવામાં તો બીજું કાચમાં અથવા પાણીમાં અથવા ચકચકતા પત્થરમાં.

એ જ પ્રમાણે પ્રકાશનું એક કિરણ ત્રણ પાસાવાળા એક કાચ ઉપર પાડવામાં આવે તો તે કિરણનું પણ વક્રીભવન થાય.

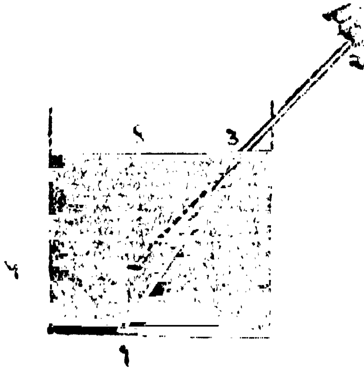
પ્રકાશનું વક્રીભવન.



૧ મીણબત્તી
૧, ૨ આપાતકિરણ
૨, ૪ વક્રકિરણ
૪, ૫ વક્રકિરણ
૬ મીણબત્તીનું પ્રતિબિંબ.

ચિત્ર નં. ૧૬

મીણબત્તીમાંથી નીકળતા ૧,૨ આપાતકિરણનું વક્રીભવન ૨,૪ તરફ થાય અને ૨,૪આપાતકિરણનું વક્રીભવન ૪,૫ દિશામાં થાય, જેથી આપાતકિરણની દિશા ૧,૨,૪,૫ રહેશે, અને મીણબત્તીનું પ્રતિબિંબ કાચમાં ૬ આગળ જણાશે.

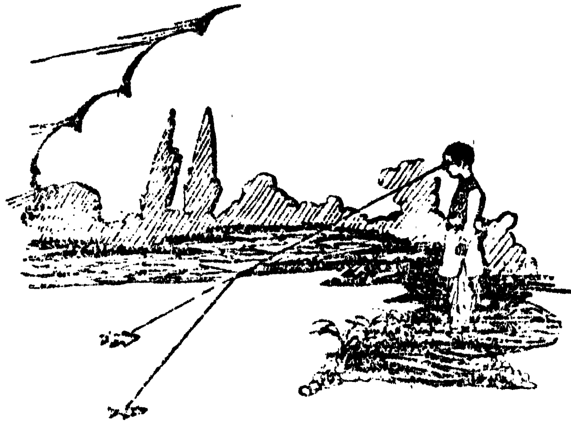


૧ સીક્કો
૧, ૩ આપાતકિરણ
૩, ૨ વક્રકિરણ
૫ સીક્કાનું પાણીમાં સ્થાન.

ચિત્ર નં. ૧૭

એ વક્રીભવનનાં હવે કેટલાંક પરિણામો આપણે જોઈએ.

વાસણમાં ૧ સીક્કો છે.(ચિત્ર નં.૧૭)આપણી આંખ ૨ આગળ હોય તો આપણે એ સીક્કો જોઇ શકીએ નહીં. પણ હવે જો એ વાસણમાં પાણી નાંખીએ તો ૧,૩ કિરણ જે સીધી દિશામાં પહેલાં જતું તેનું વક્રીભવન થઇ ૩,૨ દિશામાં જશે જેથી આપણે એ સીક્કાને જોઇ શકીશું. પણ એ ૩,૨ કિરણ ૧,૩ દિશામાંથી આવતું નહીં જણાય પણ ૫,૩ દિશામાંથી આવતું જણાશે, એટલે આપણે **૧,૫ જેટલી જગ્યા તો વક્રીભવનને લીધે જોઇ શકીશું નહીં. પાણીની ઉંડાઇ ૬,૧ હોય તો આપણને તે ૬,૫ લાગે. પાણી ૨૦ ઉંડું હોય તો ૧૫ ફુટ દેખાય.** આ કારણથી માછલીઓ મારવી હોય તો માછીમાર ૫ ને બદલે ૧ જગ્યાએ તરાપ મારે છે. (ચિત્ર નં. ૧૮) **વક્રીભવનના પરિણામે પાણીની ઉંડાઈ ઓછી જણાય છે.**



ચિત્ર નં. ૧૮

સામાન્ય નિયમ એવો છે કે પાણીમાં પદાર્થો $\frac{3}{4}$ અને કાચમાં $\frac{2}{3}$ ન્હાનાં જણાશે.

પ્રકરણ ૮.

વક્રીભવન અને મેઘધનુષ્ય.

જોઇતા સાધનોની યાદીઃ—

(૧) ત્રિપાર્શ્વ કાચ (prism).

શિક્ષકને સૂચના;—

(૧) ત્રિપાર્શ્વ કાચ ઉપર સૂર્યનાં કિરણો પડવા દો.

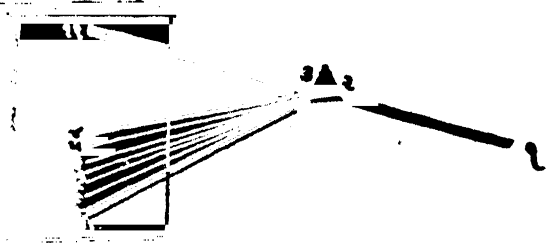
(૨) એ કાચમાંથી પસાર થતાં કિરણોને ભીંત ઉપર પડવા દો અને સાત રંગો બતાવો. એક અંત ઉપર લાલ રંગ છે અને બીજા અંત ઉપર જામલી રંગ છે એ બતાવો.

(૩) સૂર્યનો પ્રકાશ સાત રંગનો બનેલો છે તે સિદ્ધ કરો.

હવે મેઘધનુષ્ય કેવી રીતે થાય છે તે આપણે જોઇએ. આપણી સામાન્ય માન્યતા એવી છે કે સૂર્યનો પ્રકાશ ફક્ત ધોળા રંગનો બનેલો છે. પણ સર આઇઝેક ન્યુટને સિદ્ધ કર્યું કે સૂર્યનો પ્રકાશ એક રંગનો બનેલો નથી પણ સાત રંગનો બનેલો છે.

સાત રંગ

૧,૨ આપાત કિરણ
૩,૪,૫ લાલ વક્રકિરણ
૩,૫,૬ નારંગી ,,
૩,૬,૭ પીળું ,,
૩,૭,૮ લીલું ,,
૩,૮,૯ ભુરૂં ,,
૩,૯,૧૦ વાદળી ,,
૩,૧૦,૧૧ જામલી ,,



ચિત્ર નં. ૧૯

એક દિવસ અંધારા ઓરડામાં એણે ત્રણ બાજુ વાળો ત્રિપાર્શ્વ કાચ (prism) લીધો અને એના ઉપર સૂર્યનું એક કિરણ ૧,૨ પડવા દીધું. એણે જોયું કે **આપાત કિરણ ૧,૨ એ કાચને લીધે સાત રંગમાં વ્હેંચાઇ ગયું.** એણે એ પણ જોયું કે **જામલી** કિરણ છેક **નીચે હતું અને લાલ** કિરણ છેક **ઉપર હતું,** જ્યારે બાકીના બધા રંગો લાલ અને જામલી વચ્ચે હતા. આનું કારણ એ છે કે **જામલી રંગનું વક્રીભવન સૌથી વધારે છે અને લાલનું સૌથી ઓછું** છે; બાકીના બીજા રંગોનું વક્રીભવન એ એની વચ્ચે છે.

સર આઇઝેકે તેથી સિદ્ધ કર્યું કે સૂર્યનો પ્રકાશ સાત રંગની મીલાવટનો બનેલો છે અને એ સાત રંગો ત્રિપાર્શ્વ કાચથી છૂટા પાડી શકાય છે. (ચિત્ર નં. ૧૯)

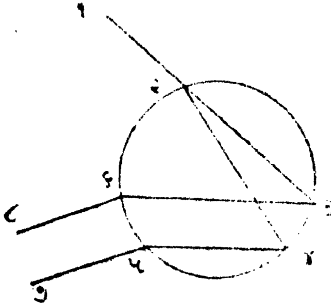
જો પાછા એજ સાત રંગના કિરણો ઉંધા ગોઠવેલા બીજા ત્રિપાર્શ્વ કાચમાંથી પસાર કરાવવામાં આવે તો એ સાત રંગ મળી જાય અને ધોળું કિરણ બ્હાર આવે.

સૂર્યનો પ્રકાશ સાત રંગનો બનેલો હોય છે તે આથી સિદ્ધ થાય છે.

રસ્તાઓ ઉપર જ્યારે નળી માર્ફત પાણી નંખાય છે ત્યારે

સૂર્યનો પ્રકાશ પાણીના ટીપા માર્ફત પસાર થાય છે અને એ પાણી સૂર્યના પ્રકાશને સાત રંગમાં છૂટા પાડે છે, અને સાત રંગો દેખાય છે. એ જ સિદ્ધાંત ઉપર મેઘ ધનુષ્યનું બંધારણ છે.

મેઘ ધનુષ્ય



૧, ૨ આપાતકિરણ
૨, ૩ લાલ રંગનું વક્રકિરણ
૨, ૪ જામલી ,, ,,
૩, ૬ લાલ રંગનું પરાવર્તન કિરણ
૪, ૫ જામલી રંગનું ,, ,,
૬, ૮ લાલ રંગનું બ્હાર આવતું વક્રકિરણ
૫, ૭ જામલી ,, ,, ,, ,,

ચિત્ર નં. ૨૦

સૂર્યનું એક કિરણ ૧,૨ પાણીના એક ટીપાં ઉપર આપાત થાય છે. એ કિરણનાં સાત રંગ જુદાં પડશે જેમાં ૨,૩ એ લાલ રંગનું વક્રકિરણ છે અને ૨,૪ જામલી રંગનું વક્રકિરણ છે. ૨, ૩ અને ૨, ૪ એ બે લાલ અને જામલી કિરણનું પરાવર્તન અનુક્રમે ૩,૬ અને ૪,૫ દિશામાં થશે. વળી ૩,૬ અને ૪.૫ જ્યારે પાણીમાંથી બ્હાર જવામાં આવશે ત્યારે ૩,૬ નું વક્રીભવન ૬,૮ દિશામાં થશે અને ૪,૫ નું વક્રીભવન ૫,૭ દિશામાં થશે. એટલે લાલ રંગ ઉપર દેખાશે અને જામલી રંગ નીચે દેખાશે; બાકીના બધા રંગો લાલ અને જામલી વચ્ચે રહેશે; અને આપણે મેઘ ધનુષ્ય આકાશમાં જોઇશું જેમાં લાલ રંગ ઉપર દેખાશે અને જામલી રંગ નીચે જણાશે.

પ્રકરણ ૯.

ઘર્ષણ વિદ્યુત અને તેના નિયમો.

જોઈતા સાધનોની યાદીઃ—

(૧) એબોનાઈટ, (૨) કાચની નળી, (૩) લાખ, (૪) રેશમ, (૫) બિલાડીનું ચામડું, (૬) તણખલાં, કાગળના ઝીણા કકડા, પીછાં વગેરે.

શિક્ષકને સૂચનાઃ—

(૧) એબોનાઇટનો કકડો લઈ બિલાડીના ચામડા સાથે ઘસો; એને પીછાં, કાગળના કકડા, ઘાસનાં તણખલાં જેવાં હલકા પદાર્થો આગળ ધરો.

એ બધા હલકા પદાર્થો ઊંચકાઇ જશે એ બતાવો.

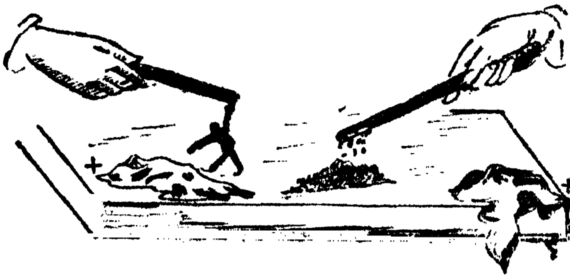
(૨) એજ પ્રમાણે કાચની નળીને રેશમ સાથે ઘસો, લાખને રેશમ સાથે ઘસો; એ પણ ઉપર બતાવેલા હલકા પદાર્થોને ઊંચકી લે છે તે બતાવો.

(૩) બિલાડીના ચામડાથી ઘસાયેલાં બે એબોનાઇટને લટકાવો; બેની વચ્ચે વિરોધ થાય છે એ બતાવો.

(૪) બિલાડીના ચામડાથી ઘસાયેલા એબોનાઈટ સમક્ષ રેશમ સાથે ઘસાયેલી કાચની નળીને લટકાવો. બેની વચ્ચે આકર્ષણ થશે એ બતાવો.

(૫) બે સમપ્રકારની વિદ્યુત વચ્ચે વિરોધ અને અસમ પ્રકારની વિદ્યુત વચ્ચે આકર્ષણ થાય છે એ સિદ્ધ કરો.

વિદ્યુત અને હલકાં પદાર્થો.



ચિત્ર નં. ૨૧

એબોનાઇટ નામનું લાકડું લઇને **બિલાડીનાં ચામડાં** સાથે ઘસવામાં આવે તો એબોનાઇટ લાકડામાં કંઇ એવી શક્તિ ઉત્પન્ન થાય કે જેથી તે કાગળના કકડા, પીછાંઓ, વાળ, ઘાસનાં તણખલાં, વગેરે હલકી વસ્તુ ઊંચકી શકે છે. (ચિત્ર નં. ૨૧) એજ પ્રમાણે જો એક **કાચની પોલી નળી** લઇને **રેશમ** સાથે ઘસવામાં આવે તો નળી પણ કાગળના કકડાને ઊંચકી શકે. **લાખનો** કકડો લઇ **રેશમ** સાથે ઘસવામાં આવે તો લાખના કકડામાં પણ એવી શક્તિ ઉત્પન્ન થાય જેથી હલકા પદાર્થો ઊંચકી શકાય. આ પ્રમાણે **અમુક પદાર્થો ઘસવાથી જે શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે જેથી હલકા પદાર્થો ઊંચકી શકાય તેને વિદ્યુત કહેવામાં આવે છે.**

એજ રીતે એક **પીછું** લઇને **વાળ** સાથે ઘસવામાં આવે તો પીછામાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય જેથી હલકા પદાર્થો ઊંચકી શકાય. રેશમના કકડાને શરીર સાથે ઘસવામાં આવે તો શરીરના વાળ ઊંચા થાય. **કેરબાને** જમીન સાથે ઘસવામાં આવે તો ઘાસનું તણખલું સ્હેલાઇથી ઊંચકી શકે. કેરબો ખરો છે કે ખોટો તેનો આ એક પ્રયોગ છે. જો જમીન સાથે ઘસ્યા પછી કેરબાથી ઘાસનું તણખલું ન ઊંચકી શકાય તો એ બનાવટી છે એમ જાણવું-

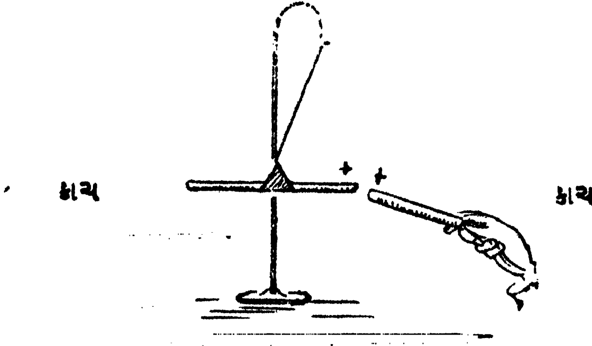
ઉપર બતાવેલી વસ્તુ ઘસવાથી જે વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઘર્ષણ વિદ્યુત કહેવામાં આવે છે.

હવે આપણે વિદ્યુતના કેટલાક નિયમો સિદ્ધ કરીએ.

વિદ્યુતના નિયમો લોહચુંબકત્ત્વના નિયમો જેવા જ છે.

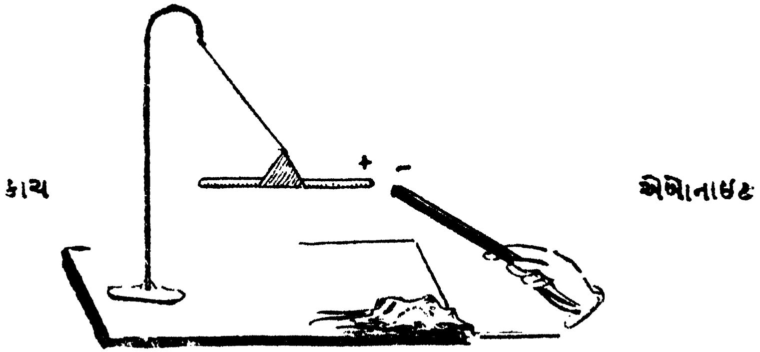
રેશમ સાથે ઘસેલી એક કાચની નળી બીજી એવી જ નળી સમક્ષ લટકતી રાખો. તમે જોશો કે આ બે વચ્ચે એક પ્રકારનો વિરોધ રહેશે. (ચિત્ર નં.૨૨) જે પ્રમાણે લોહચુંબકમાં સમધ્રુવની વચ્ચે વિરોધ હોય છે, તેમ અહીં પણ (+) **સમ-વિદ્યુત વચ્ચે વિરોધ હોય છે.**

વિરોધ



ચિત્ર નં. ૨૨

આકર્ષણ



ચિત્ર નં. ૨૩

પણ એબોનાઇટના કકડાને રેશમથી ઘસેલી કાચની નળી સમક્ષ ધરવામાં આવે તો કંઇક નવું જ જોવામાં આવશે. એ બેની વચ્ચે આકર્ષણ રહેશે. (ચિત્ર નં. ૨૩) એનું કારણ તમે સમજી શકશો કે એ બેમાં અસમાન વિદ્યુત હોવી જોઇએ.

આપણે અનુકૂળતાની ખાતર બિલાડીની ચામડીથી ઘસાયેલા

એબોનાઇટમાં ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુતને—વિદ્યુત કહીશું, અને રેશમથી ઘસાયેલી કાચની **નળીમાં** ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુતને + **વિદ્યુત** કહીશું. આ નામો અનુકૂળતાના નામો છે; જેમ આપણે એક હાથને જમણો અને બીજાને ડાબો કહીએ છે તે પ્રમાણે આ નામો છે.

આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે

(૧) વિદ્યુતવાળા પદાર્થો હલકા પદાર્થોને આકર્ષે છે.

(૨) સમ પ્રકારની વિદ્યુત એકબીજાનો વિરોધ કરે છે.

(૩) અસમ પ્રકારની વિદ્યુત એક બીજાને આકર્ષે છે.

વિદ્યુતના નિયમો લોહચુંબકના નિયમો જેવા છે.

પ્રકરણ ૧૦.

વિદ્યુતનું ઉપપાદન અને તેની અસર.

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) વિદ્યુતદર્શક યંત્ર (Pith Ball Electroscope).

(૨) એબોનાઈટ, અને (૩) કાચની નળી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) બિલાડીના ચામડા સાથે ઘસાયેલા એબોનાઈટને વિદ્યુતદર્શક યંત્રના બરૂ આગળ ધરો.

(૨) એબોનાઈટની –વિદ્યુત બરૂમાં + ઉપપાદન કરે છે અને તેથી બરૂ આકર્ષાય છે એ બતાવો.

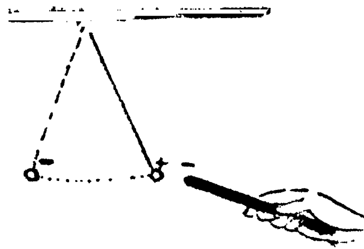
(૩) બરૂ એબોનાઇટને ચ્હોંટી જવાથી — વિદ્યુત લે છે અને પછી વિરોધ થાય છે એ બતાવો.

(૪)—વિદ્યુત પદાર્થના પાસેના ભાગમાં + વિદ્યુત અને દૂરના અંતમાં — વિદ્યુત ઉપપાદન કરે છે એ સિદ્ધ કરો.

હવે વિદ્યુતવાળો પદાર્થ હલકા પદાર્થને શા માટે આકર્ષે છે તે આપણે જોઇએ.

આપણે જોઇ ગયા કે એક લોહચુંબક પાસે લોખંડ ધરીએ તો લોહચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ લોખંડના પાસેના અંતમાં દક્ષિણ ધ્રુવનું ઉપપાદન કરશે જેથી ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવ વચ્ચે આકર્ષણ થશે. **એજ પ્રમાણે વિદ્યુતવાળો પદાર્થ બીજા પદાર્થમાં વિદ્યુતનું ઉપપાદન કરે છે.** એ ઉપપાદનનો સિદ્ધાંત આપણે પ્રયોગદ્વારા સિદ્ધ કરીએ.

વિદ્યુતદર્શક યંત્ર.



ચિત્ર નં. ૨૪

બરૂનો એક ન્હાનો ગોળ કકડો રેશમની દોરીથી લાકડાની એક ચીપ ઉપર લટકાવો. રેશમ અને લાકડાનું પ્રયોજન આપણે પછીથી જોઇશું.

એના આગળ વિદ્યુતવાળો એબોનાઇટ ધરો. (ચિત્ર નં. ૨૪) **એબોનાઇટની – વિદ્યુત બરૂના પાસેના ભાગમાં + વિદ્યુત** ઉપપાદન કરશે એટલે બરૂ આકર્ષાશે અને એબોનાઇટ સાથે ચોંટી જશે. પણ હવે બરૂ ચોંટી જવાથી એબોનાઇટની – વિદ્યુત બરૂમાં આવશે. **સમ વિદ્યુત બન્નેમાં હોવાથી હવે બરૂ અને એબોનાઇટ વચ્ચે વિરોધ થશે** અને બરૂ એબોનાઇટ પાસે નહીં આવે.

પણ એ જ બરૂ પાસે રેશમથી ઘસેલો કાચનો કકડો ધરીશું તો આકર્ષાશે કારણ કાચમાં + વિદ્યુત છે. આ પ્રયોગ ઉપરથી ઉપપાદનના અને વિદ્યુતના સિદ્ધાંત સિદ્ધ થાય છે અને એ પ્રયોગ બતાવે છે

કે ઉપપાદનની ક્રિયા થયા પછી જ પદાર્થ આકર્ષાય છે. આકર્ષણનું મૂળ વિદ્યુતનું ઉપપાદન છે.

આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે **વિદ્યુતવાળો પદાર્થ સમીપતાથી કે સ્પર્શથી બીજા પદાર્થમાં વિદ્યુતનું ઉપપાદન કરે છે અને તે એવી રીતે કે તે પદાર્થનાં પાસેના અંતમાં અસમ અને દૂરના અંતમાં સમપ્રકારની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય.**

આ ઉપપાદનનો નિયમ વ્યવહારમાં કેવી રીતે કામ લાગે છે તે આપણે જોઇએ. અનેક કારણોને લીધે વાદળામાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે જેનું પ્રમાણ ચોમાસામાં વિશેષ હોય છે. એમ માનો કે એક ઘર ઉપરના એક વાદળામાં વિદ્યુત છે. જ્યારે જ્યારે કોઇ પદાર્થમાં વિદ્યુત હોય છે ત્યારે પાસેના પદાર્થમાં એ વિદ્યુત ઉપપાદન થાય છે એ આપણે જોઈ ગયા. એ સિદ્ધાંત પ્રમાણે ઘર ઉપર વિદ્યુતનું ઉપપાદન થાય અને વાદળામાં વિદ્યુત વિશેષ હોવાથી એક તણખો ઉત્પન્ન થઇને ઘરમાં વિદ્યુત પસાર થાય અને ઘર ભાંગી જાય.

પણ એ ઘર ઉપર આપણે તીણો તાંબાનો સળીયો મૂકયો હોય અને એ તાંબાના સળીયાનો સંબંધ પૃથ્વી સાથે તાંબાના તારથી જોડયો હોય તો ઘર ભાંગી ન જાય. એનું કારણ આ છે. વિદ્યુતનો ગુણ એ છે કે જ્યાં તીણો ભાગ હોય છે ત્યાં તરત જ વહી જાય છે. તાંબુ અને પૃથ્વી, ઘરમાં વપરાયેલા પદાર્થો કરતાં વિદ્યુતના જલદવાહક હોવાથી, વિદ્યુત એમાંથી તરત ઉતરીને પૃથ્વીમાં અલોપ થઇ જઇ એમાં રસાયન વિકાર ઉત્પન્ન કરે છે.

આવા તાંબાના સળીયા મ્હોટા ઘરોમાં ખાસ કરીને ટોચે મૂકવામાં આવે છે અને તેમાં વિદ્યુત આકર્ષવાની શક્તિ એટલી બધી હોય છે કે ઘણા વિસ્તારમાં આવેલા આસપાસના મકાનોને એ બચાવી લે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે જેમ કોઇ ભાગ

વિશેષ તીણો હોય તેમ તેમાં વિદ્યુત તરત પેસી જાય અને નીકળી પણ જાય. દાખલા તરીકે, આપણા શરીરમાં વિદ્યુતના યંત્રથી વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરી હોય તો નાક **અને આંગળાં મારફત વિદ્યુત તરત જ શરીરમાં ચાલી જાય.** એ જ પ્રમાણે કોઇ ત્રિકોણ કે ષષ્ટ કોણ, કે અષ્ટ કોણ આકૃતિના પદાર્થમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરી હોય તો જ્યાં કોણની અણી હોય છે ત્યાંથી વિદ્યુત તરત જ પસાર થઇ જાય છે. ગોળ દડામાં કોઇ પણ તીણો ભાગ હોતો નથી એટલે એના દરેક ભાગમાંથી સરખી રીતે વિદ્યુત પસાર થાય છે. આ કારણથી ઘર ઉપર તાંબાનો સળીયો તીણો રાખવામાં આવે છે.



“ વિજ્ઞાન પ્રવેશિકા ભાગ ૩ ”

વિજ્ઞાનપ્રવેશિકા ભાગ ૩.

પ્રકરણ ૧.

ભૌતિકવિકાર અને રસાયનવિકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) કશનળીઓ, (૨) ગંધક, (૩) લોખંડનો ભુકો, (૪) લોહચુંબક, (૫) ગંધકીતઅંગાર (carbon bisulphide), (૬) તામ્રભસ્મ, (૭) પાણી, (૮) મદ્યાર્ક (સ્પીરીટ લેમ્પ) વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ગંધક અને લોખંડનું મિશ્રણ કરી લોહચુંબક ધરો, લોખંડ બધું આકર્ષાઈ જશે તે બતાવો.

(૨) એક કશનળીમાં એ મિશ્રણ લઇ ગંધકીતઅંગાર એમાં નાંખો. ગંધકનું દ્રાવણ થઇ જશે એ બતાવો.

(૩) એક કશનળીમાં એ મિશ્રણને ગરમ કરો. એક નવોજ પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે તે બતાવો. એ પદાર્થ આગળ લોહચુંબક ધરો. એ પદાર્થને કશનળીમાં લઈને ગંધકીત અંગાર નાંખો. એ પદાર્થ ગંધકથી આકર્ષાતો નથી કે ગંધકીત અંગારમાં એનું દ્રાવણ નથી થતું એ સિદ્ધ કરો.

(૪) ગરમી આપવાથી ગંધકીત લોહ નામનો નવોજ પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે એ સિદ્ધ કરો. આ રસાયનવિકાર છે તે સમજાવો, જ્યારે મિશ્રણ ભૌતિકવિકાર છે અને તેમાં પદાર્થોના ગુણોમાં ફેરફાર નથી થતો એ સમજાવો.

અત્યાર સુધીમાં આપણે ભૌતિકસૃષ્ટિમાં થતાં ભૌતિક ફેરફારો જોઇ લીધા. દાખલા તરીકે આપણે જોયું કે બરફને ગરમી મળવાથી ઓગળી જાય છે; એ પાણીને ફરીથી ઠંડુ પાડીએ તો એ પાણીનું બરફ થઈ શકે. એ પાણીને ઉકાળીએ તો વરાળ થાય અને એ વરાળને તાઢી પાડીએ તો પાણી થાય. આ ફેરફાર સ્થાયી નથી; આ ફેરફાર અમુક વાતાવરણમાં જ થઇ શકે છે. આ ફેરફારને અંગે બરફના કે પાણીના ગુણમાં ફેરફાર થતો નથી, પણ સ્થિતિમાં ફેરફાર થાય છે. બરફ જે ઘન હોય તે પ્રવાહી બની જાય છે. પ્રવાહી પાણી વાયુના રૂપે વરાળનું સ્વરૂપ પકડે છે.

પણ હવે આપણે ભૌતિકશાસ્ત્રને બદલે **રસાયન–શાસ્ત્રનો** અભ્યાસ કરીએ. રસાયનશાસ્ત્ર એટલે પૃથ્વીમાં મળી આવતા ખનીજ પદાર્થોનું શાસ્ત્ર. હવે આપણે રસાયનશાસ્ત્રમાં થતાં કેટલાક ફેરફારો જોઇએ. ભૌતિકશાસ્ત્રમાં પૃથ્વી ઉપર થતા બનાવોનો આપણે અભ્યાસ કર્યો; રસાયનશાસ્ત્રમાં તો આપણે પૃથ્વીના પડોની અંદર બનતાં રસાયણો અને તેમાં થતાં ફેરફારોનો અભ્યાસ કરીશું. **લોખંડ** અને ગંધક જે આપણને પૃથ્વીમાંથી મળી આવે છે તે આપણે લઇએ અને મિશ્રણ કરીએ. આ મિશ્રણ આગળ આપણે લોહચુંબક ધરીશું તો લોખંડના બધા કણો આકર્ષાઇ જશે અને ગંધકથી છૂટાં પડી જશે. આ ફેરફાર સ્થાયી નથી; આ ફેરફારને અંગે મિશ્રિત થતા પદાર્થોના ભૌતિક ગુણોમાં ફેરફાર થતો નથી કારણ કે લોખંડ લોહચુંબકથી આકર્ષાય છે. વળી પહેલાં લોખંડ અને ગંધક છૂટાં હતાં, હવે તે મિશ્રિત છે એટલો જ ભૌતિક ફેર જોવામાં આવે છે. આ તો ભૌતિક ફેરફાર થયો. હવે આપણે આ બે પદાર્થોને ગરમી આપીએ તો કંઈ જુદો જ રસાયનવિકાર જોવામાં આવશે. એક નાની **કશનળીમાં** એ મિશ્રણ લઇને **મદ્યાર્ક**થી ગરમી આપીએ તો જોઇશું કે અંદર એક ભુરો પ્રકાશ જોવામાં આવશે અને સાથે સાથે ગરમી પણ ઉત્પન્ન થતી જોઇશું. વળી એક નવો જ પદાર્થ ઉત્પન્ન થશે જેના ગુણો લોખંડ કે ગંધકથી જુદાં રહેશે. એ પદાર્થને **ગંધકીતલોહ** (Iron Sulphide FeS) કહેવામાં આવે છે. લોખંડ લોહચુંબકથી આકર્ષાય છે, ગંધક પીળો છે, અને **ગંધકીતઅંગાર** (carbon bisulphide) નામના પ્રવાહીમાં તેનું દ્રાવણ થાય છે, જ્યારે ગંધકીતલોહ લોહચુંબકથી આકર્ષાતું નથી કે ગંધકીતઅંગારમાં તેનું દ્રાવણ થતું નથી. વળી એ પદાર્થમાં લોખંડ અને ગંધકનો એવી રીતે સંયોગ થયો છે કે એ નવા પદાર્થમાંથી છૂટા પાડી શકાય નહીં. એજ પ્રમાણે **તાંબાને** આપણે હવામાં તપાવીએ તો તાંબુ હવાના **પ્રાણવાયુ**

સાથે મળીને **તામ્રભસ્મ** (copper oxide CuO) નામનો પદાર્થ ઉત્પન્ન કરે છે જે રંગે કાળો છે જ્યારે તાંબું લાલ અને ચકચકતું છે. વળી તાંબુ આ તામ્રભસ્મમાંથી છૂટું પાડી શકાય નહીં કારણ આ ફેરફાર સ્થાયી છે. એજ પ્રમાણે આપણે કોલસાને ગરમી આપીએ તો **કાર્બોનીક એસીડ ગેસ અથવા દગ્ધાંગાર વાયુ.** (Carbonic Acid Gas or Carbon Dioxide CO_2) ઉત્પન્ન થાય. કોલસામાં જે **કાર્બન**નું તત્ત્વ છે તે પ્રાણવાયુ સાથે મળીને નવો જ પદાર્થ દગ્ધાંગાર વાયુને ઉત્પન્ન કરે છે. આ વિકાર સ્થાયી છે; નવા વાયુના ગુણો કોલસા કરતાં તદ્દન જૂદા છે; દગ્ધાંગાર વાયુમાંથી કાર્બન અને પ્રાણવાયુ છૂટા પાડી શકાય નહીં વગેરે.

ભૌતિક વિકારના ગુણો નીચે પ્રમાણે છે:–

(૧) એ વિકાર **સ્થાયી નથી.**

(૨) એ વિકાર **સ્થિતિનો વિકાર** છે; સ્થિતિ બદલાય તો એ વિકાર ન રહે.

(૩) જ્યારે એ વિકાર થાય છે ત્યારે જે પદાર્થો એ વિકાર અનુભવતાં હોય છે તેને લોહચુંબક અને પ્રવાહીઓનાં દ્રાવણથી છૂટા પાડી શકાય છે.

(૪) એ વિકારથી ઉત્પન્ન થતાં નવા પદાર્થના ગુણો મૂળ પદાર્થોના ગુણો જેવાજ રહે છે.

(૫) એ વિકાર અનુભવતાં પદાર્થોનું **મિશ્રણ પ્રમાણ** હોતું નથી.

જ્યારે

(૧) રસાયન વિકાર **સ્થાયી** છે.

(૨) રસાયન વિકાર અનુવભતા પદાર્થો નવા પદાર્થમાંથી ભૌતિક ઉપાયો જેવા કે લોહચુંબક દ્રાવણ વગેરેથી છૂટા પાડી શકાય નહીં.

(૩) રસાયન વિકારથી જે નવો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે તેના ગુણો જે પદાર્થો વિકાર અનુભવે છે તેનાં કરતાં જૂદાં હોય છે.

(૪) એ વિકારમાં ભાગ લેના પદાર્થોનું અમુક મિશ્રણ પ્રમાણ હોય છે. દાખલા તરીકે ૫૬ ભાગ લોખંડના ૩૨ ભાગ ગંધક સાથે વિકાર અનુભવે છે. આપણે લોખંડના ૩૪ ભાગ લઇએ તો ૨ ભાગ અસંયુક્ત રહે.

(૫) ગરમી અને પ્રકાશ કેટલીકવાર ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્રકરણ ૨.

દ્રાવણ, દ્રાવ્યતા, દ્રાવક.

જોઇતા સાધનોની યાદી :

(૧) મીઠું, (૨) નવસાર, (૩) મોરથુથુ, (૪) ફટકડી, (૫) રેતી, (૬) ગંધક, (૭) સ્ફુરક, (૮) પત્થર, (૯) ચુનો, (૧૦) તાંબુ, (૧૧) સીમેન્ટ, (૧૨) આયોડીન, (૧૩) પાણી, (૧૪) પેટ્રોલ, (૧૫) મેથીલેટેડ સ્પીરીટ, (૧૬) ઘાસતેલ, (૧૭) ગંધકીત અંગાર, (૧૮) કશનળીઓ, અને (૧૯) મદ્યાર્ક.

શિક્ષકને સૂચના :

(૧) જુદી જુદી કશનળીઓમાં મીઠું, નવસાર, મોરથુથુ, ફટકડી લઇ પાણી નાંખી હલાવો; એ પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૨) એક કશનળીમાં બને તેટલું મીઠું લઈ પાણીમાં દ્રાવણ કરો ને થોડું મીઠું વધારે નાંખો. કશનળીને સખ્ત હલાવો; મીઠું હવે ઓગળી શકતું નથી એ બતાવો; પછી કશનળીને મદ્યાર્કથી ઉન્હી કરો. ગરમ પાણીમાં મીઠાનું વિશેષ દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૩) કશનળીમાં પાણી લઈ તેમાં મેથીલેટેડ સ્પીરીટ નાંખો; એ બેનું એકબીજામાં દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૪) અપાનવાયુ (Ammonia NH_3) તૈયાર કરી પાણીમાં એને પસાર કરો અને પાણીમાં એનું દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

(૫) જુદી જુદી કશનળીઓમાં રેતી, ગંધક, સ્ફુરક, પત્થર, ચુનો, તાંબુ, સીમેન્ટ, પેટ્રોલ, તેલ, દિવેલ વગેરે લો અને પાણી નાંખો. આ પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થતું નથી એ બતાવો.

(૬) પણ ગંધક અને સ્ફુરકનું ગંધકીત અંગાર નામના પ્રવાહીમાં, અને આયોડીન (નૈલ) નું મેથીલેટેડ સ્પીરીટમાં દ્રાવણ થાય છે તે બતાવો.

દ્રાવક.	**દ્રાવ્ય પદાર્થો.**
પાણી	ઘનપદાર્થોઃ મીઠું, સુરોખાર, નવસાર, ફટકડી, મોરથુથુ વગેરે.
	પ્રવાહીઓઃ મેથીલેટેડ સ્પીરીટ અને દારૂ.
	વાયુઓઃ અપાનવાયુ, દગ્ધગંધક, દગ્ધાંગારવાયુ, નત્રવાયુ, (નાઇટ્રોજન) પ્રાણવાયુ અને આર્દ્રવાયુ. (હાઇડ્રોજન).
ગંધકીત અંગાર	ગંધક, ધોળો સ્ફુરક, નૈલ અને રબર.
દારૂ	કપુર, નૈલ.
ઘાસતેલ	રંગ, વાર્નીશ, મીણ.
પેટ્રોલ	ડામર, મીણ વગેરે.

અદ્રાવ્ય પદાર્થો.

કોયલો, સીમેન્ટ, ચાક, કાચ, ઘાસતેલ, ધાતુઓ, પેટ્રોલ, સ્ફુરક, રેતી, ગંધક વગેરે.

એક કશનળીમાં **મીઠું** લો અને એમાં પાણી નાંખી હલાવો. પાણીમાં મીઠું ઓગળી જશે. તેજ પ્રમાણે **ખાંડ, નવસાર, મોરથુથુ, ફટકડી, સુરોખાર** વગેરે પદાર્થો પાણીમાં ઓગળી જાય છે. જે પાણીમાં મીઠું ઓગળી જાય છે તેને મીઠાનું દ્રાવણ કહીએ છીએ અને મીઠું, ખાંડ વગેરે પદાર્થો **દ્રાવ્ય** પદાર્થો ગણાય છે. વળી જે ગુણથી મીઠું ખાંડ વગેરે પદાર્થો પાણીમાં ઓગળી જાય છે તે ગુણ **દ્રાવ્યતા** તરીકે ઓળખાય છે.

વળી જેમ ઘન પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે તેમ પ્રવાહી અને વાયુનું પણ પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે. દાખલા તરીકે દારૂને પાણી સાથે મેળવીએ તો એ પાણીમાં મળી જશે. અથવા તો મેથીલેટેડ સ્પીરીટને પાણીમાં મેળવીશું તો એ પાણીમાં મળી જશે.

વળી **અપાનવાયુ,** (એમોનીઆ) **પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ,** (નાઇટ્રોજન) **દગ્ધાંગારવાયુ, દગ્ધગંધક** વગેરે વાયુનું પણ પાણીમાં

દ્રાવણ થાય છે. જો આપણે પાણી ઉકાળીશું તો અંદરથી પરપોટા બ્હાર જતા માલમ પડશે. આ પરપોટા પાણીમાં દ્રાવણ પામેલા વાયુના છે. **સોડા વોટર જે આપણે પીએ છીએ તે, એ દગ્ધાંગારવાયુનું જલદ દ્રાવણ છે.**

આપણે એટલું જાણીએ છીએ કે જ્યારે ચાહ તૈયાર થાય છે ત્યારે જેમ પાણી ઉન્હું થાય છે તેમ ખાંડનું દ્રાવણ વિશેષ થાય છે. હવે એ પાણીમાં વધારે ખાંડ નાંખીશું તો વધારે દ્રાવણ થશે. એ બતાવે છે કે ઉષ્ણ પાણી ઠંડા પાણી કરતાં વધારે પ્રમાણમાં પદાર્થોનું દ્રાવણ કરે છે. દાખલા તરીકે ૧૦૦ ગ્રામ પાણી ૪૦ અંશ સી. લઇએ. તેમાં ફટકડીનું દ્રાવણ કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ તો આશરે ૨૩ ગ્રામ ફટકડીનું દ્રાવણ થઈ શકે. ૨૪ ગ્રામનું દ્રાવણ કરવા જઇએ તો એક ગ્રામ **અદ્રાવ્ય** તરીકે રહી જાય. પણ જો એ જ પાણીને વધારે ગરમ કરીએ અને ઉષ્ણતા ૬૦ અંશ સી. સુધી લઇ જઇએ તો ફટકડીના ૫૮ ગ્રામનું દ્રાવણ થઈ શકે. એ બતાવે છે કે ઠંડા પાણી કરતાં ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્યતા વધારે છે. પણ એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે દ્રાવ્યતાની પણ હદ હોય છે. જેમ આપણે અમુક ખોરાક લઈ શકીએ છીએ તેમ ૬૦ અંશ સી. પાણીમાં ૩૮ ગ્રામ મીઠાંનાં અને ૫૮ ગ્રામ ફટકડીના દ્રાવણ થઇ શકે છે. એનાથી વધારે દ્રાવણ કરવા જઇએ તો **અદ્રાવ્ય** તરીકે પદાર્થો રહી જાય.

વળી આપણે જાણીએ છીએ કે બધા પદાર્થોનું પાણીમાં દ્રાવણ થતું નથી. દાખલા તરીકે ગંધક પાણીમાં નાંખીએ તો ગંધક અદ્રાવ્ય તરીકે ઉપર જ રહે. રેતી પાણીમાં નાંખીએ તો દ્રાવણ થાય. નહીં. કાચનું પાણીમાં દ્રાવણ થાય નહીં, નહીં તો પાણીમાં એને રખાય નહીં. ગંધક, સ્ફુરક, રેતી, પત્થર, કાચ, સીમેન્ટ, ચુનો, માટી વગેરે પદાર્થો જેનું પાણીમાં દ્રાવણ નથી થતું તેને **અદ્રાવ્ય** પદાર્થો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે પાણીની દ્રાવણ શક્તિ

તેા અપાય છે. ખાઉધરેા માણસ ગમે તે ખાય, તેમ પાણી પણ ગમે તેનું દ્રાવણ કંઇક અંશે કરી શકે છે. જેમ એાસ્ટ્રીચ પક્ષી લેાખંડ, કાચ, પત્થર વગેરે પદાર્થો પેટમાં પચાવી શકે છે તેમ પાણી કાચનું પણ કંઈક અંશે દ્રાવણ કરી શકે છે. એક મ્હેાટા શીશામાં પાણી ઘણેા વખત સુધી ભરી રાખીએ, અને પછી એ પાણીનું પૃથક્કરણ કરીએ તેા એમાંથી કાચનાં તત્ત્વેા દ્રાવણ થએલાં જણાશે. ચાક સામાન્ય રીતે અદ્રાવ્ય પદાર્થ ગણાય છે, છતાંએ તેનું બહુ જ એાછે અંશે પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે. પાણીના આ ગુણને લીધે તે **સર્વવસ્તુદ્રાવક** કહેવાય છે. પાણીના આ ગુણને લીધે આપણને ચેાકખું પાણી મળી શકે જ નહીં. ગમે તે પાણીનેા નમુનેા લેા: એમાં વાયુએા અને ખનીજ પદાર્થોનું દ્રાવણ મળવાનું જ; કારણકે જ્યારથી પાણી આકાશમાંથી પડતું આવે છે ત્યારથી જ દ્રાવણ ક્રિયા શરૂ થાય છે. હવામાં **પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ, દગ્ધાંગારવાયુ, અપાનવાયુ** અને કંઇક અંશે **સુરાખારનેા તેજાબ, (નાઇટ્રીક એસીડ)** હેાય છે જેનું એ પાણી દ્રાવણ કરે છે. પર્વતેા ઉપર પડતાં, પર્વતેા ઉપર રહેલા ખનીજ પદાર્થોનું દ્રાવણ કરતું એ પાણી અનેક જગ્યાએા ઉપર વહે છે. ત્યાં રહેલા ખનીજોનું દ્રાવણ કરે છે. આથી પાણીમાં ક્ષારેા જરૂર હેાય છે. એ બધા પાણીનું બાષ્પીભવન કરીએ, તેા દ્રાવણ થયેલા બધા ક્ષાર પાછાં મળી આવશે.

પાણી ઉપરાંત બીજા પ્રવાહીએા પદાર્થોનું દ્રાવણ કરે છે. એક કશનળીમાં **કાર્બન બાઇસલ્ફાઇડ–ગંધકીત અંગાર–**નામનેા એક પ્રવાહી લેા અને એમાં ગંધક નાંખેા અને નળી હલાવેા. ગંધકનું દ્રાવણ થઈ જશે. એ દ્રાવણને હવામાં થેાડેા વખત રહેવા દઈશું તેા ગંધકીત અંગાર ઉડી જશે અને ગંધક પાછેા મળશે. **ધેાળા સ્ફુરક (ફેાસ્ફરસ)** નું પણ એજ પ્રવાહીમાં દ્રાવણ થાય છે. એ ઉપરાંત **આયેાડીનનું અથવા નૈલનું મેથીલેટેડ સ્પીરીટમાં** દ્રાવણ થાય છે, અને **આયેાડીન ટીંકચર** બનાવે છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે રંગના ડાઘા પડે છે ત્યારે આપણે ઘાસ્તેલથી એ કાઢી નાંખીએ છીએ. એનું કારણ એ છે કે ઘાસ્તેલમાં રંગનું દ્રાવણ થાય છે. એજ પ્રમાણે ડામરના ડાઘા પેટ્રોલથી કાઢીએ છીએ કારણકે પેટ્રોલમાં ડામરનું દ્રાવણ થાય છે.

પ્રકરણ ૩.

હવા.

સાધનોની યાદી.

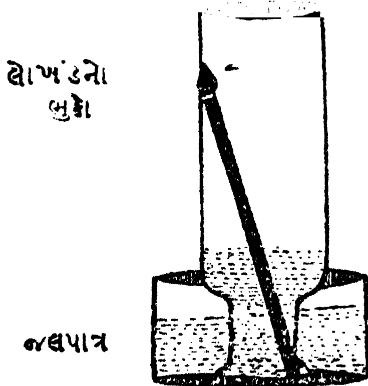
(૧) કાચનું જલપાત્ર (Trough), (૨) મૂષા (crucible), (૩) ઘંટાકાર પાત્ર (Bell jar), (૪) સ્ફુરક અને (૫) દિવાસળી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) જલપાત્રમાં પાણી ભરી એક લોખંડના કકડા ઉપર મૂષામાં સ્ફુરક મૂકો અને ઉપર ઘંટાકાર વાસણ મૂકો. થોડા વખતમાં સ્ફુરકમાંથી ધોળો ધૂપ નીકળી પાણી ઉપર ચઢવા માંડશે. ધૂપ શમી જાય પછી પાણી ૧/૫ ચઢે છે તે બતાવો.

(૨) ૪/૫ જે વાયુ રહ્યો તેમાં બળતી દિવાસળી મૂકો. દિવાસળી ઓળવાઈ જાય છે એ બતાવો. એ વાયુ મંદ છે એ સિદ્ધ કરો.

હવે આપણે હવાનું બંધારણ તપાસીએ.



ચિત્ર નં. ૧

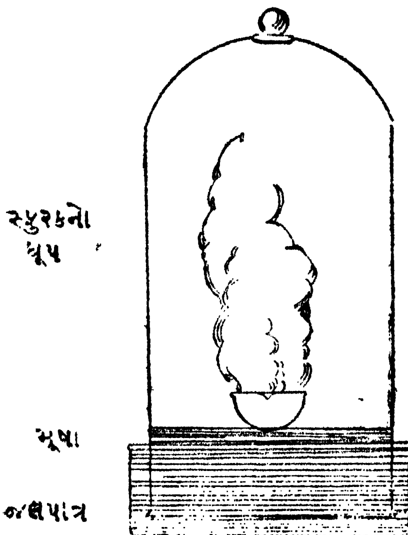
(૧) એક પાણીથી ભરેલું જલપાત્ર લો અને તેમાં એક પહોળા મ્હોંડાની શીશી ઉંધી મૂકો. એમાં એક કાચની ઘન નળી ઉપર એક કોથળીમાં લોખંડનો ભુકો મૂકો.

એક બે દિવસ પછી શું થાય છે તે જુવો. તમે જોશો કે લોખંડનો કાટ

થશે અને પાણી ⅕ ચઢશે. તમે અનુમાન કરી શકશો કે હવામાંનો ⅕ ભાગ લોખંડ સાથે મળી ગયો હોવો જોઇએ. અને એ વાયુ બાકી રહેલા ⅘ ભાગના વાયુ કરતાં વધારે જલદ હોવો જોઇએ

શીશીમાં જે હવા હતી તેમાંનો **જલદવાયુ પ્રાણવાયુ** નામે અને **મંદવાયુ નત્રવાયુ** નામે ઓળખાય છે. પ્રાણવાયુ જલદ હોવાથી લોખંડ સાથે મળી જઈ કાટ ઉત્પન્ન કરે છે. એ કાટ ઉત્પન્ન થતાં શીશીનો પ્રાણવાયુ બધો વપરાઇ જાય છે એટલે તેની જગ્યા લેવા માટે ⅕ પાણી ઉપર ચઢે છે. એનો અર્થ એ કે **૫ ભાગ હવામાં ૧ ભાગ પ્રાણવાયુનો છે અને ૪ ભાગ નત્રવાયુનો છે.**

એ રહેલા વાયુમાં આપણે બળતી દિવાસળી મૂકીએ તો ઓળવાઇ જશે. એ રહી ગયેલા વાયુને **નાઇટ્રોજન અથવા નત્રવાયુ** કહેવામાં આવે છે, જે મંદ છે તે સ્હમજી શકાય છે.



ચિત્ર નં. ૨

(૨) એ જ જલપાત્ર લઇને એમાં એક પત્થર ઉપર ન્હાની મૂષામાં **ફોસ્ફરસ અથવા સ્ફુરક** મૂકો. સ્ફુરક બળવા માંડશે અને અંદર ધોળો ધૂપ માલમ પડશે. જેમ ધોળો ધુપ ઉત્પન્ન થશે તેમ ન્હાની મૂષા ઉપર ચઢશે અને બધો ધુપ શમી ગયા પછી તે માલમ પડશે કે ૧/૫ પાણી ઉપર ચઢશે.

આનું કારણ સરળ છે. સ્ફુરક જલદ હોવાથી પ્રાણવાયુ સાથે મળી જઈ દગ્ધસ્ફુરક (Phosphorus Pentoxide P_2O_5) ઉત્પન્ન કરે છે. એ દગ્ધસ્ફુરક ઉત્પન્ન થવામાં પ્રાણવાયુ વપરાઇ જાય

છે એટલે એ હૈ પ્રાણુવાયુની જગ્યા રોકવા હૈ પાણી ઉપર ચઢે છે. બાકી રહેલો વાયુ **નાઇટ્રોજન અથવા નત્રવાયુ છે** જેમાં દિવાસળી બળી શકતી નથી.

આ બે પ્રયોગ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે
પાંચ ભાગ હવામાં,
૪ ભાગ નત્રવાયુ,
૧ ભાગ પ્રાણવાયુ,

અથવા

૧૦૦ ભાગ હવામાં,
૮૦ ભાગ નત્રવાયુ,
૨૦ ભાગ પ્રાણવાયુના છે.

એ ઉપરાંત એ ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે હવામાં આ બે વાયુ ઉપરાંત બીજા વાયુઓ પણ છે. એક પ્યાલામાં ચુનાનું પાણી લઇ ઘણો વખત એ પ્યાલાને રહેવા દઇએ તો એ પ્યાલાનું ચુનાનું પાણી ધોળું થશે. એ બતાવે છે કે હવામાં કોઇ વાયુ છે જે ચુનાના પાણી ઉપર આવી અસર કરે છે. એ વાયુનું નામ **કાર્બોનીક એસીડ ગેસ અથવા દગ્ધાંગાર વાયુ છે.** પણ એ વાયુનું પ્રમાણ બહુજ ઓછું છે. ૧૦૦ ભાગ હવામાં $\frac{૩}{૧૦૦}$ ભાગ આ વાયુનો છે.

એ ઉપરાંત હવામાં પાણીનો ભાગ છે. દાખલા તરીકે મીઠું આપણે બહાર મુકીએ તો થોડા વખતમાં એની આસપાસ પાણીનાં પરપોટાં બાઝી જશે. એક કાચના જામમાં બરફ મુકીશું તો (beaker) આસપાસની હવા ઠંડી પડવાથી હવામાં રહેલી પાણીની વરાળ જામ ઉપર પાણીના રૂપમાં બાઝી જશે. એ બતાવે છે કે હવામાંનો વાયુ મીઠા ઉપર આવી અસર કરે છે. એ પાણીનું પ્રમાણ બહુ જ ઓછું છે.

આ પ્રમાણે **હવામાં પ્રાણુવાયુ, નત્રવાયુ, દગ્ધાંગારવાયુ**

અને પાણી હોય છે, જેનાં પ્રમાણ નીચે બતાવેલાં ત્રણ કોષ્ટકો ઉપરથી જણાશે.

૧૦૦૦૦ ઘનફુટ હવામાં

	ઘનફુટ	ઘનફુટ	ઘનફુટ
નત્રવાયુ	૭૮૦૬	૭૮૦૩	૭૮૦૬
પ્રાણવાયુ	૨૧૦૦	૨૦૯૮	૨૧૦૦
દગ્ધાંગારવાયુ	૩	૪	૩
પાણીની વરાળ વગેરે	૯૧	૯૪	૯૪
	૧૦૦૦૦	૧૦૦૦૦	૧૦૦૦૦

ખુલ્લી હવામાં પ્રાણવાયુ વિશેષ હોય છે. બંધ જગ્યાઓમાં, થીએટરોમાં દગ્ધાંગાર વાયુ વિશેષ હોય છે.

પ્રકરણ ૪.

દહન અને શ્વાસોશ્વાસ.

સાધનોની યાદી.

(૧) વાયુપાત્રો, (gar jar) (૨) મીણબત્તી, (૩) વાયુપાત્ર ઢાંકવાના વર્તુલ કાચ, (૪) કશ નળીઓ, (૫) પોલી નળી અને (૬) ચુનાનું પાણી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) મીણબત્તી ચેતાવી એના ઉપર વાયુપાત્ર ધરો અને નીકળતો દગ્ધાંગારવાયુ ભેગો કરો. વર્તુલ કાચથી એનું મ્હોં ઢાંકી એમાં ચુનાનું પાણી નાંખી, વાયુપાત્ર હલાવો. ચુનાનું પાણી ધોળું થઇ જાય છે તે બતાવો. મીણબત્તીમાંથી દગ્ધાંગારવાયુ નીકળે છે તે સિદ્ધ કરો.

(૨) કશનળીમાં ચુનાનું પાણી લઈ પ્હોળી નળી માર્ફત મ્હોંમાંથી ફુંકો. ચુનાનું પાણી ધોળું થઈ જાય છે એ બતાવો આપણા ફેફસામાંથી દગ્ધાંગારવાયુ નીકળે છે તે સિદ્ધ કરો.

(૩) બળતી મીણબત્તી ઉપર કોરો વર્તુલ કાચ ધરો. ઉપર પાણીનાં ન્હાનાં ટીપા જામે છે તે બતાવો. બળતી મીણબત્તી પાણી ઉત્પન્ન કરે છે તે બતાવો.

આપણે જોઇ ગયા કે મીણબત્તી નત્રવાયુમાં ઓલવાઇ જાય છે. એ બરાબર રીતે સિદ્ધ કરવું હોય તો એક ઉંધા મૂકેલા વાયુ પાત્રમાં મીણબત્તી મૂકીને ચેતાવવી. આપણે જોઇશું કે અમુક વખત પછી મીણબત્તી ઓલવાઈ જશે કારણ કે બધો પ્રાણવાયુ ખલાસ થઈ જાય છે. એ રીતે આપણે જોઇ શકીએ છીએ કે **મીણબત્તીની દહનક્રિયા પ્રાણવાયુ વિના થઇ શકે નહીં.**

જો આપણને હવા વિનાના એક ઓરડામાં પૂરવામાં આવે તો આપણે મરી જઇએ, કારણ કે પ્રાણવાયુ વિના આપણે જીવી શકીએ નહીં. આ ઉપરથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે દહનને માટે પ્રાણવાયુ અનિવાર્ય છે.

હવે એ દહનક્રિયાનું સ્વરૂપ તપાસીએ. મીણબત્તીમાં કાર્બન (કોલસાનું તત્ત્વ) અને હાઇડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ સંયુક્ત હોય છે. જ્યારે મીણબત્તી બળે છે ત્યારે એ કાર્બન પ્રાણવાયુ સાથે મળીને દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનીક એસીડ ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે. એ હાઇડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ પ્રાણવાયુ સાથે મળીને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.



એ જ પ્રકારનું દહન શરીરમાં થયા કરે છે જેટલી ધાતુઓ અને બીનધાતુઓ દુનિયામાં છે તે—દાખલા તરીકે લોખંડ, ગંધક, સ્ફુરક, નત્રવાયુ, તાંબુ વગેરે—આપણા શરીરમાં છે. આપણા શરીરમાં પણ કાર્બન અને આર્દ્રવાયુ છે. જ્યારે આપણે શ્વાસ લઇએ છીએ ત્યારે હવાનો પ્રાણવાયુ કાર્બન સાથે મળી જઈ દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનિક એસીડ ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે, એ સિદ્ધ કરવું હોય તો એક કશનળીમાં ચુનાનું પાણી લઇ એક પહોળી નળી માર્ફત ફુંક મારવી. થોડા વખતમાં એ ચુનાનું પાણી ધોળું થઇ જશે. આ પૂરવાર કરે છે કે આપણે ઉછ્વાસમાં દગ્ધાંગાર વાયુ બહાર કાઢીએ છીએ.

એ ઉપરાંત આપણા શરીરનો આર્દ્રવાયુ પ્રાણવાયુ સાથે મળી જઇ પાણી ઉત્પન્ન કરે છે જે છિદ્રો માર્ફત બહાર નીકળે છે.

આપણા શરીરમાં એક પ્રકારનું દહન ચાલી રહ્યું છે એમ આપણે કહી શકીએ: એ દહનથી દગ્ધાંગાર વાયુ (કાર્બોનીક એસીડ ગેસ) અને પાણી ઉત્પન્ન થાય છે.

એ દહન એક રસાયન વિકાર છે કારણ કે કાર્બન અને આર્દ્રવાયુમાંથી દગ્ધાંગાર વાયુ અને પાણી એવા બે જૂદા જ પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે જેમ રસાયન વિકારમાં કેટલીક વાર ગરમી અને પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે. મીણબત્તીમાં ગરમી અને પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે, તેમ આપણા શરીરમાં જે ગરમી છે તે આ જ દહનના રસાયન વિકારનું પરિણામ છે.

આ દહનને રસાયણશાસ્ત્રમાં **જારણક્રિયા** (Oxidation) કહેવાય છે કારણ કે આ દહનમાં પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ થાય છે અને એ દહનક્રિયામાં પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ પામી જે નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે તેને **સંયુક્ત પદાર્થો** કહેવામાં આવે છે.

હવાના વાયુઓ.

પ્રકરણ ૫.

પ્રાણવાયુ (ઓકસીજન O_2)

સાધનોની યાદી:—

(૧) એક છિદ્રવાળા બુચની કશનળી, (૨) એક વાંકી નળી, (૩) જલપાત્ર, (૪) વાયુ પાત્રો, (૫) મદ્યાર્ક, (૬) હરિણકીય પોટાશ, (૭) મંગલભસ્મ, (૮) મીણબત્તી, (૯) ગંધક, (૧૦) સ્ફુરક, (૧૧) તપાવેલું લોઢું, અને (૧૨) પકડવાળું સ્ટેન્ડ.

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) કશનળીમાં હરિણકીય પોટાશ (પોટાશીયમ કલોરેટ) ગરમ કરો. એમાં બળતી દિવાસળી ચાંપો; દિવાસળી જવલંત બળે છે તે બતાવો.

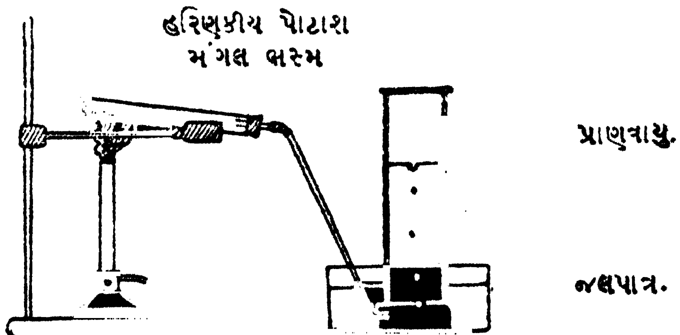
(૨) કશનળીમાં હરિણુકીય પોટાશ અને મંગલભસ્મ (મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ) લઇ ગરમ કરો. બે ચાર વાયુપાત્ર ભરી, એકમાં મીણબત્તી, બીજામાં સ્ફુટક, ત્રીજામાં ગંધક, ચોથામાં તપાવેલી લોઢાની સળી મૂકો. બધા જ્વલંત રીતે પ્રકાશે છે તે બતાવો.

(૩) મીણબત્તીમાંથી દગ્ધાંગાર વાયુ, સ્ફુરકમાંથી સ્ફુરકભસ્મ, ગંધકમાંથી દગ્ધગંધક અને લોઢામાંથી કાટ નામે પ્રાણિલ (oxide) ઉત્પન્ન થાય છે તે બતાવો.

આપણે જોઇ ગયા છીએ કે હવામાં પ્રાણવાયુ હોવાને લીધે પદાર્થો બળી શકે છે. એ પ્રાણવાયુ હવે આપણે પ્રયોગશાળામાં કેવી રીતે તૈયાર કરી શકીએ તે જોઇએ.

આપણે જોઇ ગયા છીએ કે કેટલીક ધાતુઓ પ્રાણવાયુ સાથે સંયોગ પામતાં **પ્રાણવાયુવાળા** નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે, જેને આપણે **પ્રાણિલ** કહીએ છીએ. હવે જે પ્રાણવાયુ મૂળ તત્ત્વો સાથે મળી ગયો તે છૂટો પાડીએ તો પ્રાણવાયુ પાછો મળી શકે. પણ એ ભૌતિકક્રિયાથી છૂટો પાડી શકાય નહીં કારણ પ્રાણવાયુ સાથેનો સંયોગ રસાયનવિકાર છે. તો ભૌતિકક્રિયાને બદલે વિજળીનો અને ગરમીનો ઉપયોગ કરીને પ્રાણવાયુ છૂટો પાડવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

પાણીમાં ગંધકનાં તેજાબનાં બે ત્રણ ટીપાં નાંખી એમાં વિજળી પસાર કરીએ તો આદ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ છૂટા પડી શકે, પણ આ ક્રિયાથી પ્રાણવાયુ ઓછો મળે અને કીંમત વધારે પડે. તો એના કરતાં વધારે સરળ ઉપાય યોજીએ.



દિરો ચિત્ર નં. ૩

હરિણકીય પોટાશ નામનો એક પદાર્થ છે જેને અંગ્રેજીમાં **પોટાશીઅમ ક્લોરેટ**(KClO$_3$ Potassium Chlorate)કહેવામાં આવે છે; એની અંદર **પોટાશીઅમ** અથવા **ભસ્મીય** નામની ધાતુ છે; **ક્લોરિન અથવા હરિન** નામનો વાયુ સંયોજીત થએલો છે; એમાં પ્રાણવાયુ સારા પ્રમાણમાં છે. આ પદાર્થને ગરમી આપીએ તો પ્રાણવાયુ છૂટો પડી જાય અને ભસ્મીય અને હરિનનો સંયોગ ચાલુ રહે. આ હરિણકીય પોટાશમાં મંગલભસ્મ અથવા મેંગેનીઝ ડાયોક-સાઈડ (MnO$_2$) ઉમેરવામાં આવે તો પ્રાણવાયુ તરતજ નીકળે. જેમ ગધેડાને મારીએ તેમ જલદ ચાલે તેમ મંગલભસ્મ ક્રિયાને જલદ કર્યા ઉપરાંત બીજું કંઇ કામ કરતું નથી.

એક કશનળી લો અને એમાં હરિણકીય પોટાશ અને મંગલ-ભસ્મ લો. કશનળીમાં એક છિદ્રાવાળો બૂચ મારી એમાંથી એક પહોળી નળી પસાર કરો અને એનો બીજો અંત પાણીના જલપાત્રમા મૂકેલા એક વાયુપાત્રમાં દાખલ કરો.

પછી ધીમે ધીમે કશનળીને ગરમી આપો. થોડા વખતમાં હરિણકીય પોટાશમાંથી વાયુના પરપોટા વાયુપાત્રમાં ચઢતાં માલમ પડશે. એવા ચારપાંચ વાયુપાત્ર ભરો અને દિવો ખસેડતાં પહેલાં રબરની નળી કાઢી નાંખો. પછી એક વાયુપાત્રમાં બળતી દિવાસળી મૂકો. તમે જોશો કે એ દિવાસળીનો પ્રકાશ ઘણો જ જ્વલંત રહેશે. એનું કારણ તમે સમજી શકો છો. હવાનાં $\frac{1}{5}$ ભાગમાં જ્યારે મીણબત્તી બળે એના કરતાં બધો જ પ્રાણવાયુ હોય તો સારી રીતે બળી શકે. એજ પ્રમાણે ગંધક કે સ્ફુરક કે તપાવેલા લોખંડના તાર પ્રાણવાયુમાં મૂકશો તો માલમ પડશે કે બધા ઉજ્જવળ રીતે પ્રકાશે છે સ્ફુરક પ્રાયવાયુ સાથે સંયોગ પામી **સ્ફુરકભસ્મ (ફોસફરસ પેન્ટોકસાઇડ** Phosphorus Pentoxide) **ઉત્પન્ન કરે છે; ગંધક દગ્ધગંધક** (Sulphur Dioxide **સલ્ફર ડાઓકસાઇડ) ઉત્પન્ન કરે છે; લોખંડ કાટ** Iron Oxide **ઉત્પન્ન કરે છે.**

સ્ફુરકભસ્મ, દગ્ધગંધક અને કાટ જે પ્રાણવાયુ સાથે સંયેાગ પામીને ઉત્પન્ન થાય છે તેને **પ્રાણિલ પદાર્થો** કહેવામાં આવે છે.

પ્રાણવાયુ ઘણા કામમાં આવે છે. ટાઇફેાઇડના લાંબા વખત ચાલતા તાવને લીધે ફેફસાં નબળાં પડી જાય છે અને લેાહીમાં ઘણા વિકાર થાય છે ત્યારે શુદ્ધ પ્રાણવાયુની જરૂર રહે છે. તે વખતે પ્રાણવાયુ આપવામાં આવે છે. એ ઉપરાંત કેાઇ રૂંધાઇ ગયેા હેાય તેને પણ શુદ્ધ પ્રાણવાયુ આપવામાં આવે છે. પાણીમાં ડુબી જતા માણસને બહાર કાઢવામાં આવે છે ત્યારે ગુંગળાઇ ગયેલેા હેાય છે એ વખતે પણ પ્રાણવાયુ આપવાથી અસલ સ્થિતિ પ્રાપ્ત થાય છે.

પ્રકરણ ૬.

નત્રવાયુ (Nitrogen N_2).

સાધનેાની યાદી:—

(૧) જલપાત્ર, (૨) વાયુપાત્ર, (૩) મીણબત્તી, (૪) સ્ફુરક, (૫) મૂષા.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) જલપાત્રમાં પાણી ભરી એક મૂષામાં ધેાળેા સ્ફુરક મૂકેા.

(૨) સ્ફુરક બળવા માંડે અને ધેાળેા ધૂપ થવા માંડે એટલે વાયુપાત્ર એના ઉપર મૂકેા.

(૩) જેમ સ્ફુરકભસ્મને ધૂપ થતેા જાય છે તેમ મૂષા ઉપર ચઢે છે તે બતાવેા.

(૪) સ્ફુરકભસ્મને ધૂપ શમી ગયા પછી મૂષા વાયુપાત્રમાં ૧/૫ ચઢે છે તે બતાવેા.

(૫) બાકી રહેલા ૪/૫ માં બળતી મીણબત્તી મૂકેા. મીણબત્તી એાલવાઇ જાય છે એ બતાવેા.

(૬) નત્રવાયુમાં દહનની ક્રિયા થતી નથી એ સિદ્ધ કરેા.

આપણે જોઇ ગયા કે નત્રવાયુ બહુ જ મંદ છે. એથી બીજા પદાર્થો સાથે એનેા સંયેાગ થતેા નથી. એ કારણને અંગે પ્રાણવાયુ માફક બીજા પદાર્થોમાંથી મળી શકતેા નથી. એટલે આપણે હવા-માંથી મેળવવાનેા પ્રયત્ન કરીએ.

આપણે જોઇ ગયા કે સ્ફુરક જ્યારે આપણે એક ઊંધા વાયુ પાત્રમાં બાળીએ ત્યારે સ્ફુરકભસ્મ ધૂપરૂપે ઉત્પન્ન થાય છે અને પાણી ઉપર ચઢે છે. એ સ્ફુરકભસ્મનું જ્યારે પાણીમાં દ્રાવણ થાય છે ત્યારે જે ⅘ ભાગ ખાલી રહે છે તેમાં નત્રવાયુ હોય છે.

આ વાયુ બહુ જ મંદ છે. પણ એની અગત્યતા ઓછી નથી. જેમ દવામાં પાણી ન નાંખીએ તો દવા બહુ જલદ હોવાથી પી શકાય નહીં તેમ હવામાં બધો જ પ્રાણવાયુ હોય તો આપણાથી શ્વાસ લઇ શકાય નહીં. એથી નત્રવાયુ પ્રાણવાયુને મંદ બનાવે છે. આ નત્રવાયુ ઉપર તો આખી વનસ્પતિસૃષ્ટિનો આધાર છે. ઝાડ પાન, ફળફુલ, શાકભાજી, અનાજ અને ખાસ કરીને કઠોળમાં નત્રવાયુ સંયુકતરૂપે પુષ્કળ હોય છે.

પ્રકરણ ૭.

અપાનવાયુ; એમોનીઆ (Ammonia NH_3)

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) એક છિદ્રના બુચવાળો લોટો, (૨) પોળી નળી, (૩) વાયુપાત્ર, (૪) નીલા અને લાલ લીટમસના કાગળો, (૫) મીઠાનો તેજાબ, (૬) કાંડ઼ા, (૭) નવસાર, (૮) કળીચૂનો અથવા દાહક સોડા (કોસ્ટીક સોડા) વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:

(૧) એક (flask)માં કળીચૂનો લઈ તેમાં થોડું પાણી નાંખો. પછી એમાં નવસાર નાંખો અને એમાંથી નીકળતો વાયુ વિદ્યાર્થીને સુંઘાડો.

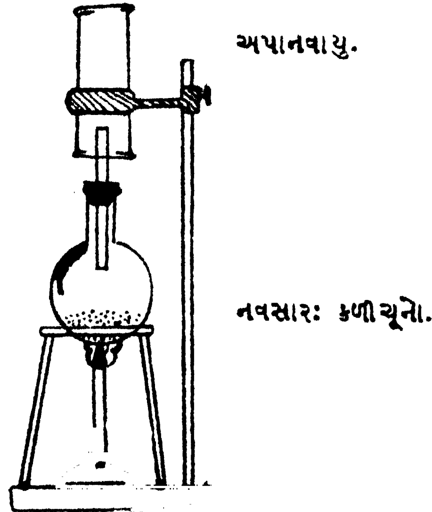
(૨) નીકળતા વાયુમાં લાલ લીટમસ મૂકો. લાલ લીટમસ નીલો થઈ જશે એ બતાવો.

(૩) નીકળતા વાયુમાં મીઠાંના તેજાબનું એક ટીપું નળીથી ધરી રાખો. નવસારનો ધોળો ધૂપ ઉત્પન્ન થશે એ બતાવો.

(૪) નીકળતા વાયુને કશનળીના પાણીમાં પસાર કરો અને લાલ લીટમસ પાણીમાં મૂકો. લાલ લીટમસ નીલો થાય છે એટલે અપાનવાયુનું પાણીમાં દ્રાવણ તરત જ થાય છે તે સિદ્ધ કરો.

જ્યાં જ્યાં વનસ્પતિ કોહે છે ત્યાં ત્યાં **અપાનવાયુ** જોવામાં આવે છે. આપણા પેટમાં અપચાને અંગે આ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. જે જગ્યાઓ ઉપર ગાય, ભેંસ, ઘોડા અને ઊંટની લાદ જોવામાં આવે છે ત્યાં જે વાસ આવે છે તે આ વાયુની હોય છે. અને તે આજ રીતે શોધી કાઢવામાં આવ્યો હતો. બ્રજીયમના એક વૈજ્ઞાનિકને ઊંટની હાર પાછળ ચાલતાં ઊંટની લાદોમાં કંઈ વાસ જણાઇ. પૃથક્કરણ કરતાં એણે **આ વાયુ–અપાનવાયુ–લાદમાંથી શોધી કાઢયો.** જાજરૂમાંથી કેટલીકવાર જે ઉગ્ર વાસ આવે છે તે આ વાયુની છે.

કાંદા સમારતાં આંખમાં જે ઝળઝળીયાં આવે છે તે આ વાયુની અસર છે. આ વાયુ કાંદામાં, અને હરણના શીંગડામાં ઘણા પ્રમાણમાં હોય છે.



ચિત્ર નં. ૪.

અપાનવાયુ બનાવવાનું કામ બહુ સરલ છે. નવસાર એ **અપાનવાયુ અને મીઠાના તેજાબનો સંયુક્ત પદાર્થ છે.**

નવસારમાંથી અપાનવાયુ છૂટો કરવો હોય તો મીઠાના તેજાબ સાથે સંયોગ કરવા માટે કોઈ અલ્કલીનો ઉપયોગ થવો જોઇએ. તે માટે એક લોટામાં નવસાર લેવો અને એમાં કળીચૂનો નાંખવો કળીચુનો અલ્કલી હોઇ લવણના તેજાબ સાથે સંયોગ થવાથી અપાનવાયુને છૂટો પાડે છે એટલે અપાનવાયુ અંદરથી નીકળે છે.

નીકળતા વાયુની વાસ બહુજ ઉગ્ર હોય છે. એ વાયુમાં લાલ લીટમસ ધરો તો નીલો થશે, જે પૂરવાર કરે છે કે અપાનવાયુ અલ્કલી છે. એ અપાનવાયુને કશનળીનાં પાણીમાં પસાર કરો; અને અંદર લાલ લીટમસ મૂકો; લાલ લીટમસ નીલો થાય છે જે બતાવે છે કે અપાનવાયુનું પાણીમાં તરતજ દ્રાવણ થઇ જાય છે. અપાનવાયુનું દ્રાવણ એટલું બધું થાય છે કે ૧ ઘનફુટ પાણીમાં ૧૨૯૮ ઘનફુટ અપાનવાયુનું દ્રાવણ થાય.

લવણના તેજાબનું એક ટીપું એક નળી ઉપર ધરો. અપાનવાયુ લવણના તેજાબ સાથે મળી જઇ નવસારનો ધોળો ધૂપ ઉત્પન્ન કરશે. નવસારનો ગુણજ એવો છે કે ગરમી લાગવાથી તેનો તરત ધૂપ થાય છે. આપણે જોઇએ છીએ કે ત્યારે કંસારા કલાઇ ચઢાવે છે ત્યારે નવસારનો ધૂપ થાય છે. નવસારનો આ ખાસ ગુણ છે કે ગરમી લાગવાથી તે ઓગળતો નથી પણ તેનો તરતજ ધૂપ થઈ જાય છે. એટલે તેને ફક્ત બેજ અવસ્થા છે, ઘન અને ધૂપક. સામાન્ય પદાર્થોને ત્રણ અવસ્થા હોય છે. ઘન, પ્રવાહી, અને ધૂપક.

અપાનવાયુ ખાસ કરીને માથું દુઃખતું હોય ત્યારે સુંઘાડવા કામ આવે છે.એ ઉપરાંત તાણ આવતી હોય છે ત્યારે કાંદો નાક આગળ ધરવાનું પ્રયોજન એ છે કે એમાંથી નીકળતો અપાનવાયુ તાણ ઉતારી નાંખે છે. અપાનવાયુથી સળેખમ પણ મટી જાય છે.

પ્રકરણ ૮.

પાણી (Water H_2O)

જોઈતા સાધનોની યાદીઃ—

(૧) વોલ્ટમાપક યંત્ર (voltameter), (૨) પુટાવલિઓ (બેટરી) અને તાર, (૩) ગંધકનો મંદ તેજાબ, (૪) દિવાસળી, (૫) જસત, (૬) લોટો, (૭) વાંકી નળી, (૮) પોળી નળી વગેરે.

શિક્ષકને સૂચનાઃ—

(૧) વોલ્ટમાપક યંત્ર લઈ એમાં પાણી ભરો અને પુટાવલિ સાથે સંબંધ જોડો. પાણીમાં વિજળી પસાર થતી નથી એ બતાવો. એમાં ગંધકના તેજાબના બે ત્રણ ટીપાં નાંખો. તરત જ બે વાયુ પાણીમાંથી નીકળે છે તે બતાવો. એ બે વાયુનું પ્રમાણ ૧ : ૨ છે એ બતાવો.

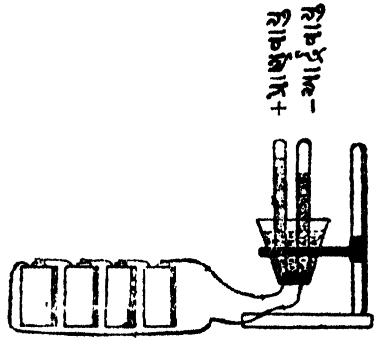
(૨) એ બે વાયુમાંના એકમાં બળતી દિવાસળી જલદ રીતે બળે છે, અને બીજામાં ધડાકો થાય છે તે બતાવો. ૧ પ્રમાણવાળો પ્રાણવાયુ અને ૨ પ્રમાણવાળો આર્દ્રવાયુ છે એ બતાવો.

(૩) એક લોટામાં જસત અને ગંધકના તેજાબની મદદથી આર્દ્રવાયુ ઉત્પન્ન કરી તેને ન્હાની પોળી નળી માર્ફત પસાર કરો અને દિવાસળી ચાંપો. આર્દ્રવાયુ પીળા પ્રકાશથી બળે છે અને એની ઉપર ન્હાની પોળી નળી ધરી હોય તો તેમાં પાણીનાં ટીપાં થશે એ બતાવો. પાણી આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુનો સંયોગ છે તે બતાવો.

હવાની અંદર ભેજ હોય છે એ આપણે જાણીએ છીએ. પૃથ્વીના $\frac{3}{4}$ ભાગ ઉપર પાણી રહે છેઃ આપણા શરીરમાં પાણીનું તત્ત્વ વિશેષ છેઃ આપણા ખોરાકમાં પાણીનું તત્ત્વ વિશેષ છે.

એ પાણીમાં કેટલાં તત્ત્વો સમાયેલાં છે તેનો આપણે વિચાર કરીએ.

સને ૧૮૦૭ સુધી તો એમજ મનાતું કે પાણીમાં એકજ તત્ત્વ છે. પણ સર હંફ્રી ડેવી નામના એક વિજ્ઞાનિકે નવી શોધ કરી.



પુટાવલિ. વોલ્ટ માપક યંત્ર.

ચિત્ર નં. ૫.

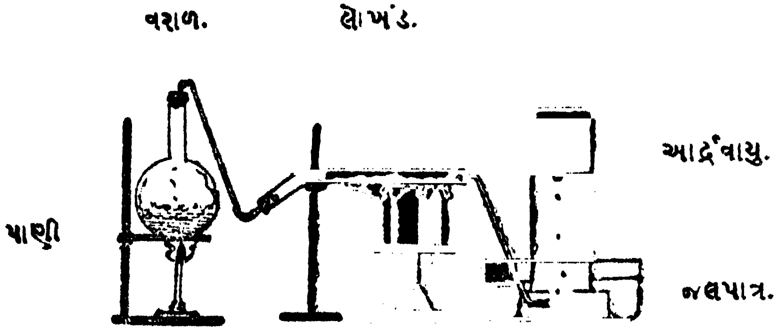
તેણે શંકુ આકારનું **વોલ્ટમાપક** નામે યંત્ર લીધું. એની અંદર **પ્લેટીનમ** નામની એક ધાતુના બે તાર લાખની મદદથી મૂકયા અને એમાં પાણી ભર્યું. પછી એની અંદર બે **કશનળી** પાણી ભરીને ઉંધી મૂકી, અને એ યંત્રની સાથે બેત્રણ **પુટાવલિ** જોડી દીધી.

પણ એ પાણીમાં કંઇ અસર જણાઇ નહીં. એને એમ લાગ્યું કે પાણીમાંથી વિજળી પસાર નથી થતી એટલે એણે અંદર એક બે ટીપાં **ગંધકના તેજાબનાં** નાંખ્યાં એટલે અસર તરતજ જણાઈ. પેલા બે તાર આગળથી બે પ્રકારના પરપોટા નીકળવા માંડયા. એક કશનળીમાં બહુજ જલ્દીથી વાયુ આવવા માંડયો જ્યારે બીજી કશનળીમાં ધીમે ધીમે આવવા માંડયો. થોડા વખત પછી એને માલ પડયું કે થોડા પ્રમાણવાળા વાયુમાં દિવાસળી ઝબકી, ત્યારે વધારે પ્રમાણવાળા વાયુમાં ન્હાનો અવાજ થયો.

આથી એણે સિદ્ધ કર્યું કે **પ્હેલો વાયુ પ્રાણવાયુ** છે અને

બીજો આર્દ્રવાયુ છે જેના ૧:૨ પ્રમાણ તેની H_2O સંજ્ઞાથી મળી આવે છે. H_2 એટલે હાઇડ્રોજન અથવા આર્દ્રવાયુ, O એટલે ઓક્સીજન અથવા પ્રાણવાયુ.

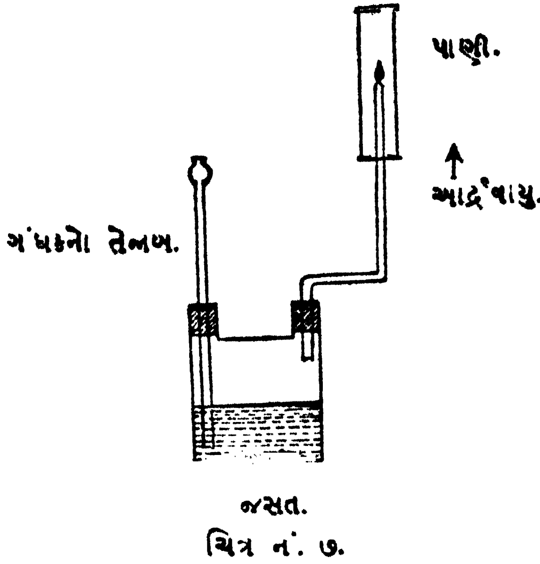
પાણીની રચના આપણે બીજી રીતે તપાસીએ:



ચિત્ર નં. ૬.

એક વાસણમાં પાણી ઉકાળીએ અને એ વરાળ એક નળી જેમાં તપાવેલું લોખંડ છે તેમાંથી પસાર થવા દઇએ. એ નળીમાંથી એક ન્હાની નળી પસાર કરીએ અને એ ન્હાની નળી મ્હોટા પાણીના વાસણમાં ઉંધી રીતે મૂકાયેલા વાયુપાત્રમાં રબરની નળીથી પસાર કરીએ.

વરાળમાં પ્રાણવાયુ અને આર્દ્રવાયુ છે; પ્રાણવાયુ જલદ છે એટલે ઘણા પદાર્થો સાથે મળી જાય છે; જેથી એ પ્રાણવાયુ લોખંડ સાથે મળી જઇને **લોહચુંબક** (Magnetic Oxide of Iron Fe_3O_4) ઉત્પન્ન કરશે અને **આર્દ્રવાયુ** છૂટો થઇ વાયુ-પાત્રમાં આવશે. એ આર્દ્રવાયુમાં દિવાસળી ચાંપીએ તો મ્હોટો ધડાકો થાય જે આર્દ્રવાયુનો પુરાવો છે.



ચિત્ર નં. ૭.

પ્રાણીનું બંધારણ આપણે ત્રીજી રીતે તપાસીએ.

એક લોટામાં જસત લઈએ. એ લોટામાં બે નળી મૂકીએ: એક નળી માર્ફત ગંધકનો તેજાબ નાંખી શકાય અને બીજી નળી માર્ફત જે વાયુ ઉત્પન્ન થાય તે બ્હાર જઈ શકે. આ નળી સાથે એક બીજી ન્હાના મ્હોડાવાળી નળી રબરની નળીથી જોડો.

ગંધકનો તેજાબ નાંખો. ગંધકના તેજાબમાં આર્દ્ર-વાયુ, ગંધક, અને પ્રાણવાયુનાં તત્ત્વો છે જે H_2SO_4 સંજ્ઞા-માંથી જણાઇ આવશે. જસતને અંગ્રેજીમાં ઝીંક Zinc કહે છે.

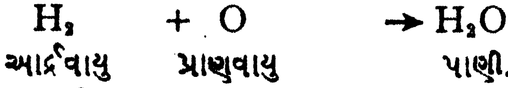
$$H_2 \quad \overline{\underline{SO_4 + Zn}} \rightarrow ZnSO_4 \quad + \quad H_2$$

ગંધકનો તેજાબ જસત જસતગંધકીત આર્દ્રવાયુ

ગંધકના તેજાબમાં SO_4 છે તેની સાથે જસત જોડાય છે અને આર્દ્રવાયુને મુક્ત કરે છે.

હવે એ આર્દ્રવાયુમાં આપણે દિવાસળી ચાંપીએ તો એ બહુજ ફીક્કા પીળા પ્રકાશથી બળશે અને એની આસપાસ જો

વાયુપાત્ર ધરીએ તો પાણીના પરપોટા થયેલા જોઇશું. કારણ એ છે કે જ્યારે આર્દ્રવાયુ હવામાં બળે છે ત્યારે પ્રાણવાયુનું જે તત્ત્વ હવામાં છે તેની સાથે એનો સંયોગ થાય છે.



પાણી આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુના સંયોગથી બનેલું છે તે આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે.

પ્રકરણ ૯.

કાર્બન (કોલસો) (Carbon C) અને તેના પ્રકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) કાર્બનના અનેક પ્રકાર જેવાં કે ગ્રેફાઈટ (ચિત્રક), કોક અને ગેસ કાર્બન (અર્ધદગ્ધ કોલસો), કાજળ, પ્રાણીજ અંગાર (એનીમલ ચારકોલ), અને કોલસો, (૨) મૂષા, (૩) લાકડાંનો વ્હેર, (૪) રેતી, (૫) ખાંડ, (૬) ઘઉં, (૭) ચોખા, (૮) કાગળ, (૯) રૂ, (૧૦) ગંધકનો તેજાબ, (૧૧) કશનળીઓ, (૧૨) ગાળવાનો કાગળ, (૧૩) કશનળીની પકડ, (૧૪) બકપાત્ર (retort), અને (૧૫) પ્હોળા મ્હોંની બે છિદ્રના બુચવાળી કાચની શીશી.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) કશનળીઓમાં ચોખા, ઘઉં, રૂ, કાગળ, ખાંડ, લાકડાંનો વ્હેર વગેરે પદાર્થો લો અને ગંધકનો તેજાબ નાંખો. એ પદાર્થોમાંથી પાણીનું તત્ત્વ નીકળી જાય છે અને અંતે કાર્બન જ રહે છે તે બતાવો.

(૨) કાર્બનના અનેક પ્રકારો ગ્રેફાઇટ, કોક, ગેસકાર્બન, કાજળ, પ્રાણીજ અંગાર બતાવો. ગ્રેફાઈટથી લખા શકાય છે, કોક છિદ્રવાળો અને હલકો છે તે બતાવો. પ્રાણીજઅંગાર લઈને રંગીન પાણીમાં નાંખો અને એક કશનળીમાં એ પાણીને ઉકાળો. પાણીને ગાળી નાંખો અને રંગ જતો રહે છે તે સિદ્ધ કરો.

(૩) એક મૂષામાં લાકડાનો વ્હેર લો અને તેની ઉપર રેતીનું ઢાંકણુ કરો અને પછી ગરમી આપો. મૂષામાંથી ધૂમાડો નીકળે છે તે બતાવો. દશેક મીનીટ આમ ગરમી આપ્યા પછી આ લાકડાના વ્હેરને બહાર કાઢો.

તે કોલસા જેવો કાળો પડી ગયેલો માલમ પડશે લાકડાંને થોડી જ હવામાં બાળીએ તો કોલસા રહે છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) ખાણનો કોલસો બકપાત્રમાં (retort) માં ઉન્હો કરો. બકપાત્ર-માંથી નીકળતો વાયુ પાણીની શીશીમાંથી પસાર કરો. એ પાણીમાં ડામર આવતો બતાવો. શીશીમાંથી પસાર થતા વાયુને દિવાસળી ચાંપો. એ બળવા માંડશે. એ કોલગેસ કોલસાનો વાયુ છે તે સિદ્ધ કરો. બકપાત્ર ઠંડુ પડેથી અંદરથી અર્ધદગ્ધ કોલસાના નમુના બતાવો.

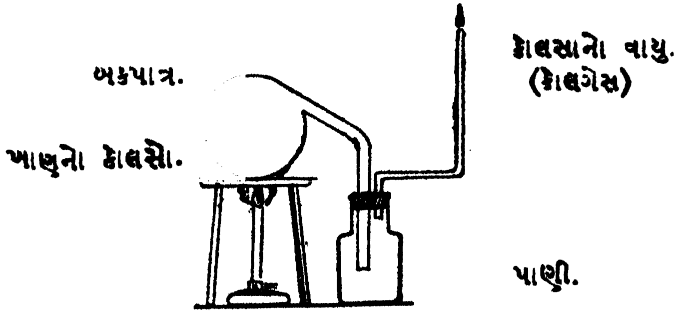
હવામાંનો ત્રીજો વાયુ **કાર્બોનીક એસીડ ગેસ** અથવા દગ્ધાંગાર વાયુ છે. પણ એ વાયુનો અભ્યાસ કરતાં પહેલાં કાર્બન અથવા અંગાર કઇ અને શું વસ્તુ છે તેનો અભ્યાસ કરીએ. દુનિયામાં એવી એક પણ જગ્યા નહિ હોય કે જ્યાં કોયલાનું તત્ત્વ કાર્બન જોવામાં ન આવે. એ પણ પ્રાણવાયુ જેવો જ જલદ છે એટલે સંયુક્ત રૂપમાં જ બધે જોવામાં આવે છે. લાકડા, ઝાડપાન ફળફુલ, વનસ્પતિ, કાગળ, રૂ, ખાંડ, ચોખા, ઘઉં, શાકભાજી, અનાજ, દરેકમાં કાર્બન હોય છે. આપણા શરીરમાં કાર્બન છે પણ એની ખાત્રી કેવી રીતે કરવી? થોડી કશનળીઓમાં ખાંડ, ચોખા, ઘઉં, લાકડાનો વ્હેર, ફુલ, વગેરે લો એમાં **ગંધકનો તેજાબ** નાંખો. તેજાબથી એ પદાર્થોમાં રહેલું પાણી વરાળ થઇ જશે અને એ પદાર્થો કાળા પડી જશે. એ કાળો ભાગ તે કાર્બન. ગંધકનો તેજાબ નોટ ઉપર પડે તો નોટનો પેપર કાર્બનને લીધે કાળો પડી જાય; કાપડ ઉપર પડે તો કાપડ ફાટી જાય અને રૂ કાળું થઇ જાય. ગંધકનો તેજાબ પદાર્થોમાં કાર્બનની સ્થિતિ સિદ્ધ કરે છે. આ તો સંયોજીત કાર્બનની વાત થઇ. હવે આપણે જે કાર્બન અસંયુક્ત રીતે પૃથ્વીમાંથી મળી આવે છે તે તપાસીએ.

કાર્બન અનેક રીતે મળી આવે છે. તમે જાણીને અચંબો પામશો કે ચકચકતો **હીરો શુદ્ધ કાર્બન** છે, **મોંસાં** નામના ફ્રેન્ચ વિજ્ઞાનિકે હીરો શુદ્ધ કાર્બન છે તે સિદ્ધ કર્યું. એણે **વીજળીની ભઠ્ઠી Electrical Furnace** માં લોખંડ સખ્ત

તપાવીને શુદ્ધ કાર્બનનું એમાં દ્રાવણ કર્યું. ઉકળતાં પાણીની ઉષ્ણુતા ૧૦૦° અંશ સી. હોય છે ત્યારે લોખંડની ઉષ્ણુતા ૪૦૦૦° અંશ સી. હતી. પછી એ મિશ્રણને ઠંડા પાણીમાં નાખ્યું તો ન્હાના હીરાની કણો મળી આવી, જેનો પ્રકાશ અસલ હીરા જેટલો જ હતો, જોકે કુદરતી હીરા માપમાં મ્હોટા હોય છે. હીરાને બાળવામાં આવે તો દગ્ધાંગાર વાયુ ઉત્પન્ન થઈ શકે, એ ઉપરથી હીરો કાર્બન છે એમ સિદ્ધ થઇ શકે છે.

(૨) બીજા પ્રકારનો કાર્બન ગ્રેફાઇટ **Graphite** અથવા **ચિત્રક** નામે છે. એનાથી લીટી દોરી શકાય માટે ચિત્રક કહેવામાં આવે છે. ચિત્રક કાર્બનનો પ્રકાર હોવા છતાં એના અને હીરાના ગુણોમાં ઘણો ફેર હોય છે. હીરો કઠણ હોય છે જ્યારે ચિત્રક નરમ હોય છે. પેન્સીલમાં જે કાળો ભાગ હોય છે તે ચિત્રક છે એટલે ચિત્રકથી લખી શકાય છે. ચિત્રક રંગે કાળો છે. હીરામાંથી પ્રકાશનું સુંદર રીતે પરિવર્તન અને વક્રીભવન થાય છે ત્યારે ચિત્રકમાં એમ થતું નથી.

(૩) ત્રીજા અને ચોથા પ્રકારના કાર્બનને કોક **Coke** અને ગેસ કાર્બન **Gas Carbon** કહેવામાં આવે છે. ગુજરાતીમાં તેમને **અર્ધદગ્ધ કોલસો** કહેવામાં આવે છે. તે નીચે પ્રમાણે ઉત્પન્ન કરી શકાય. બકપાત્ર (retort) નામની એક વાંકી નળીમાં ખાણનો કોલસો લો અને તેના નાળચામાંથી એક પોલી નળી મૂકીને તે બે છિદ્રવાળા બુચવાળી પાણી ભરેલી શીશીમાં પસાર કરો. બકપાત્ર ગરમ કરો. થોડા વખતમાં તમને માલમ પડશે કે બકપાત્રમાંથી એક વાયુ પાણીમાં પસાર થઈ બીજી નળી માર્ફત બહાર આવશે. એ વાયુને દિવાસળી ચાંપશો તો માલમ પડશે કે એ વાયુ બળવા માંડશે. વળી શીશીનું પાણી પીળું થવા માંડશે અને એની અંદર કાળો પ્રવાહી જણાશે જેનો આપણે પાછળથી અભ્યાસ કરીશું.



ચિત્ર નં. ૮. ડામર,
અપાન વાયુ
ગંધક વગેરે.

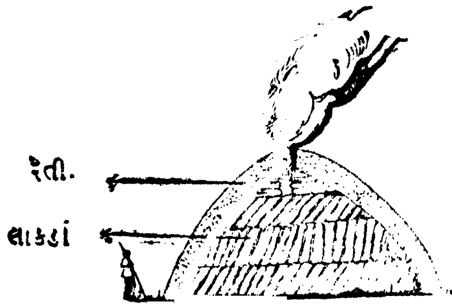
બકપાત્ર ઠંડુ પડેથી આપણે અંદરના કોલસા તપાસીશું તો અંદરનો કોલસો વાયુ જતો રહેવાથી હલકો અને છિદ્રવાળો લાગશે. એને આપણે કોક **Coke** અથવા **અર્ધદગ્ધ કોલસો** કહીએ છીએ. વાયુથી મિશ્રત થએલો કોલસો તે ખાણનો કોલસો; વાયુ વગરનો ચોકખો કોલસો તે કોક જે બળતણ તરીકે કામ લાગે છે

એ ઉપરાંત એ બકપાત્રમાં બીજા પ્રકારનો કાર્બન જોવામાં આવશે જેને આપણે **ગેસકાર્બન અથવા અર્ધદગ્ધ કોલસો** કહીશું. એ ગેસકાર્બન પુટાવલિ અથવા બેટરીમાં વપરાય છે. ન્હાની બેટરી બગડી જાય ત્યારે, એની આસપાસનું જસતનું પતરૂં કાઢી નાંખશો તો અંદરથી કાળો નળાકાર મળશે જે ગેસકાર્બનનો બનેલો હોય છે. ગેસકાર્બન પુટાવલિ બનાવવામાં અને વીજળીની ભઠ્ઠી બનાવવામાં બહુ કામ લાગે છે.

(૫) પાંચમા પ્રકારનો કાર્બન તે કાજળ જે આપણે દિવેલની વાટીને ઉપર ન્હાનું વાસણ ધરીને બાળીએ છીએ ત્યારે મળે છે, અને એ બાળકોની આંખ આંજવામાં બહુ કામ લાગે છે.

(૬) છઠ્ઠા પ્રકારનો કાર્બન તે **પ્રાણીજ અંગાર** અથવા **એનીમલ ચાર્કોલ**માં છે. એ આપણને પ્રાણીઓના હાડકામાંથી

મળી આવે છે એટલે પ્રાણીજઅંગાર કહેવાય છે. જો આપણે હાડકાંને બકપાત્રમાં ગરમ કરીએ તો બકપાત્રમાં જે કાર્બન રહેશે તે પ્રાણીજઅંગાર. એ પ્રાણીજઅંગારનો એક મહાન ગુણ એ છે કે રંગીન પ્રવાહીઓ સાથે એને ઉકાળીએ તો એ પ્રવાહીઓના રંગ લઈ લે છે. આ પ્રયોગ કરવા માટે કશનળીમાં પાણી લઈ, પોટાશ પરમેન્ગેનેટનું એક કણ નાંખો. પછી એની અંદર પ્રાણીજ અંગાર નાંખો અને એને ગરમ કરો. પાણી ઉકળે એટલે ગાળવાના કાગળ માર્ફત એને બીજી કશનળીમાં ગાળી નાંખો. બીજી નળીમાં ચોકખું પાણી આવશે. આ ગુણને લીધે આ પદાર્થ ખાંડ ધોવામાં કામ લાગે છે. શેરડીનો રસ ઉકાળતાં એ રસમાં કાર્બન હોવાથી કાળો પડી જાય છે એટલે પ્રાણીજઅંગારનું મિશ્રણ કરવામાં આવે છે, જેથી એ કાળો રંગ જતો રહે છે. પ્રાણીજઅંગાર હાડકામાંથી બનતો હોવાથી સામાન્ય ભૂલ ભરેલી માન્યતા એવી છે કે ખાંડ હાડકામાંથી બનાવવામાં આવે છે.



ચિત્ર નં. ૯.

(૭) સાતમા પ્રકારનો કાર્બન તે કોલસો છે. આપણે જાણીએ છીએ કે લાકડાંને ખુલ્લી હવામાં બાળીએ તો દગ્ધાંગાર-વાયુ થઇને રાખ રહે. પણ જો આપણે ખુલ્લી હવામાં બાળવાને બદલે લાકડાના ઉપર રેતીનું ઢાંકણુ કરીએ તો અંદરથી ધૂમાડો

નીકળે, અગ્નિ ધુંધવાય, અને લાકડામાંથી કોલસા મળે. લાકડાંમાંથી કોલસા આ રીતે બને છે. એક લાકડાનો ઢગ જમીન ઉપર ખોદેલા ખાડા ઉપર કરવામાં આવે છે. એ લાકડાના ઢગ ઉપર રેતી પાથરી દેવામાં આવે છે અને ધુમાડો જવા માટે વચ્ચે ચીમની રાખવામાં આવે છે. જ્યારે ખાડામાં અગ્નિ પ્રકટાવવામાં આવે છે ત્યારે લાકડાં ધીમે ધીમે બળે છે, અગ્નિ ધુંધવાય છે અને ધુમાડો ચીમનીમાંથી બ્હાર જાય છે. થોડા વખત પછી આ લાકડામાંથી કોલસા તૈયાર થશે.

પ્રકરણ ૧૦

કોલસો અને કોલસાનો વાયુ (કોલગેસ).

સાધનોની યાદી.

(૧) બકપાત્ર, (૨) પ્હોળા મ્હોંની બે છિદ્રના બુચવાળી શીશી, (૩) પોલી નળીઓ અને (૪) મદ્યાર્ક.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) ખાણનો કોલસો બકપાત્ર (retort) માં ઉન્હો કરો. (૨) બકપાત્રમાંથી નીકળતો વાયુ પાણીની શીશીમાંથી પસાર કરો. (૩) એ શીશીમાં ડામર આવતો બતાવો. (૪) શીશીમાંથી પસાર થતા વાયુને દિવાસળી ચાંપો. (૫) વાયુ બળવા માંડશે. એ બળતો વાયુ કોલસાનો વાયુ અથવા કોલગેસ છે એ સિદ્ધ કરો.

આપણે જોઈ ગયા (પાનું ૨૭) કે બકપાત્રમાંથી પસાર થતા વાયુને પાણીમાં પસાર કરીને ન્હાની નળી માર્ફત બાળવામાં આવે તો તે બળે છે. જે વાયુ બળે છે તેને **કોલસાનો વાયુ** અથવા **કોલગેસ** કહે છે કારણકે તે વાયુ કોલસામાંથી તૈયાર થાય છે. આ વાયુનો મ્હોટા શહેરોમાં ઉપયોગ ઘણો જ છે. સઘડીને બદલે એ વાયુની મદદથી રસોઈ જલદી તૈયાર થઇ શકે કારણકે એમાં ગરમી

ઘણી જ હોય છે. એ જ વાયુથી દીવો પણ થઈ શકે જેનો પ્રકાશ વિજળીના દીવા જેવો હોય છે.

આપણે એ પણ જોઈ ગયા કે જે પાણીની શીશીમાં એ વાયુ પસાર કરવામાં આવે છે તેમાં એક કાળો પ્રવાહી પદાર્થ જોવામાં આવે છે અને પાણી પીળા રંગનું થાય છે. આ કાળો પ્રવાહી પદાર્થ તે ડામર છે અને એ શીશીમાં **અપાનવાયુ અથવા એમોનીઆ** વાયુનું દ્રાવણ થાય છે અને ગંધકના એક સંયુક્ત વાયુનું દ્રાવણ થાય છે જેથી રંગ પીળો થાય છે.

એ અપાનવાયુમાંથી ઘણા અગત્યના, પદાર્થો બનાવી શકાય. **ડામરમાંથી રંગ, દવા, સુગંધી તેલો, અત્તરો, વગેરે** બનાવી શકાય. આથી આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે કોલસામાંથી બે પ્રકારના **અર્ધદગ્ધ કોલસા, કોલસાનો વાયુ, અપાનવાયુ, અપાનવાયુના સંયુક્ત પદાર્થો, ગંધક, રંગ, દવા, અત્તરો** વગેરે બનાવી શકાય. કીંમત વિનાનો દેખાતો કોલસો અને ડામર દેશની સમૃદ્ધિમાં કેટલો ભાગ ભજવી શકે છે આ ઉપરથી જણાશે.

પ્રકરણ ૧૧.

ગંધક (Sulphur S) અને તેના પ્રકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) કશનળી, (૨) કાચનું જામ, (beaker) (૩) ગંધક, (૪) ગંધકોત અંગાર, (૫) પાણી, (૬) કશનળીની પકડ વગેરે

શિક્ષકને સૂચના:—

(૧) ગંધકનું ચૂર્ણ અને ગંધકના કકડા બતાવો.

(૨) ગંધકને કશનળીમાં ઉન્હો કરો. એ ઉકળવા માંડે એટલે ઠંડા પાણીમાં નાંખી દો. રબર જેવો ખેંચી શકાય તેવો અને કાળો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે તે એક પ્રકારનો ગંધક જ છે તે બતાવો. પાણીમાંથી બ્હાર કહાડયા પછી તે ઘટ થતો જાય છે, એ બતાવો. એનું દગ્ધગંધકમાં દ્રાવણ થતું નથી એ સિદ્ધ કરો.

(૩) એક કશનળીમાં ગંધકને ઉન્હો કરો. તે ઓગળી જાય છે અને ઘેરોભૂરો થાય છે એ બતાવો. કશનળીને વધારે ગરમ કરો. ગંધક પાછો ઘન બને છે. કશનળીને વધારે ગરમ કરો. ગંધક ઓગળી જાય છે અને ઉકળવા માંડે છે અને અંદરથી ઘેરા, ભૂરા અને નારંગી ધૂપ નીકળે છે તે બતાવો. અંતે કશનળીની ટોચ ઉપર ગંધકના ફુલ બાઝે છે તે બતાવો.

(૪) ગંધકની પાંચ સ્થિતિ હોય છે તે સિદ્ધ કરો; બે ઘન, બે પ્રવાહી અને એક ધૂપક.

જેમ કાર્બનના અનેક પ્રકાર છે તેમ ગંધક જે બીનધાતુ છે તેના અનેક પ્રકાર છે. સાધારણ રીતે બીનધાતુઓના અનેક પ્રકાર હોય છે. ગંધકના બે મુખ્ય પ્રકારો આપણે જોઇએ.

એક તો પ્રકાર જે ગંધકના ગાંગડા આપણે જોઇએ છે તે અને બીજો પ્રકાર નીચે પ્રમાણે પ્રયોગથી મેળવી શકાય.

એક કશનળીમાં ગંધક લો; તેને ગરમ કરો. તમને માલમ પડશે કે ગંધક ઓગળવા માંડશે અને તેનો રંગ પીળો થઈ ઘેરો ભૂરો થશે. ગંધક ઓગળી ગયા પછી ફરીથી ઘન થશે જેથી કશનળીને ઉંધી કરવાથી પણ ગંધક પડી નહીં જાય.

હજી વધારે ગરમી આપો. તમે જોશો કે ગંધક ફરીથી ઓગળવા માંડશે અને ઉકળવા માંડશે અને ઘેરો, ભૂરો અને નારંગી ધૂપ અંદરથી બહાર નીકળવા માંડશે.

ગંધક ઉકળ્યા પછીથી એનો પીળો ધૂપ કશનળીની આસપાસ બાઝશે જેને અંગ્રેજીમાં ફ્લાવર્સ ઓફ સલ્ફર અથવા ગંધકના ફુલ કહેવામાં આવે છે.

હવે એ ઉકળતા ગંધકને પાણીમાં નાંખીએ તો આ ગંધકને પ્લાસ્ટીક ગંધક અથવા સુનમ્ય ગંધક કહેવામાં આવે છે એ ગંધક રબર જેવો બની જશે. એનો રંગ કાળો હોય છે. પીળો ગંધક જ્યારે બરડ હોય છે ત્યારે આ સ્થિતિસ્થાપક છે. ગંધક પીળો છે ત્યારે આ કાળો છે. પીળા ગંધકનું કાર્બન–બાઇ–સલ્ફા-

ઇડ અથવા ગંધકીતઅંગારમાં દ્રાવણ જાય છે જ્યારે આ સુનમ્ય ગંધકનું દ્રાવણ થતું નથી. વળી બીજો એક ખાસ ગુણ આ સુનમ્ય ગંધકનેા છે અને તે એ કે અમુક દિવસ રહેવા દેવાથી એ પાછેા પીળેા થઇ જશે અને બરડ થઇ જશે.

જેમ કાર્બનના બધા પ્રકારના ભૌતિક ગુણેા જુદા હેાય છે તેમ આ પ્રકારના ગંધકના ભૌતિક ગુણેા જુદા છે. પણ જેમ કાર્બનના બધા પ્રકારના રસાયન ગુણેા એક જ હેાય છે—કારણકે બધા દગ્ધાંગારવાયુ ઉત્પન કરે છે—તેમ આ બન્ને પ્રકારના ગંધક દગ્ધ-ગંધક નામનેા વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે, જે ફુલેાના રંગ, રેશમી કાપડ ઉપરના રંગ ઉરાડી શકે છે. વળી આ બન્ને પ્રકારના ગંધકને લેાખંડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે તેા ગંધકીત લેાહ ઉત્પન્ન થાય.

સામાન્ય રીતે દરેક પદાર્થ ત્રણ સ્થિતિમાં રહે છેઃ ઘન, પ્રવાહી, વાયુ. પણ ગંધકને તેા એ ઘન સ્થિતિ, એ પ્રવાહી અને એક ધૂપક સ્થિતિ હેાય છે એ આપણે જોઇ ગયા.

ગંધકના ઉપયેાગ ઘણા છે. ગંધક અને વેસેલાઇનના મિશ્રણથી ફેાલ્લા મટી જાય છે. ગંધક ખાવાથી લેાહી સુધરે છેઃ ગંધકનેા તેજાબ બને છેઃ દિવાસળી, ફટાકડા વગેરે બનાવવામાં ગંધક કામ આવે છે. આપણે જે "પેાટાશ" દિવાળીમાં ફેાડીએ છીએ તે હરિણકીય પેાટાશ અને ગંધકનું મિશ્રણ છે. એ ઉપરાંત જંતુ મારવાનેા એનેા ખાસ ગુણ છે. ખેતરમાં જંતુએા બહુ થયાં હેાય તેા ગંધકની ફાકી કરી ભભરાવવામાં આવે તેા જંતુએા નાશ પામે.

પ્રકરણ ૧૨.

દગ્ધાંગાર વાયુ અથવા કાર્બોનીક એસીડ ગેસ
(CarbonicAcid Gas CO_3)

જોઈતા સાધનેાની યાદી.

(૧) લેાટા, (૨) પેચવાળું સ્ટેન્ડ, (૩) પેાળી નળીએા, (૪) કાચનળીએા,

(૫) કાચના જામ, (૬) લીટમસ કાગળ, (૭) ચાક, (૮) ગંધકનો તેજાબ, (૯) ચૂનાનું પાણી, (૧૦) દિવાસળી અને (૧૧) મદ્યાર્ક.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) લોટામાં ચાક લો અને તેમાં ગંધકનો મંદ તેજાબ નાંખો. લોટામાંથી વાયુના પરપોટા નીકળશે.

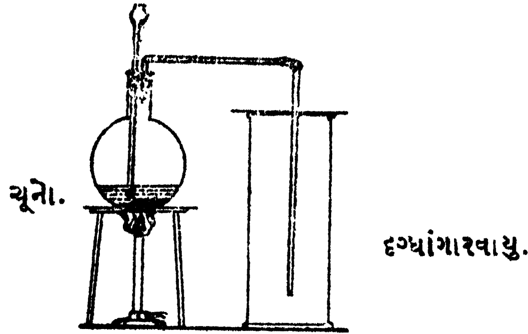
(૨) એ વાયુને ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ચૂનાના પાણીવાળી કશનળીમાં પસાર કરો. ચૂનાનું પાણી ધોળું થશે.

(૩) એ વાયુને પાણીમાં પસાર કરો અને તેમાં નીલો લીટમસ મૂકો. નીલો લીટમસ લાલ થાય છે તે બતાવો.

(૪) એ વાયુને કશનળીમાં પસાર કરો. અને પછીથી એમાં બળતી દિવાસળી મૂકો. દિવાસળી ઓલવાઇ જશે એ સિદ્ધ કરો.

કાર્બોનીક એસીડ ગેસ અથવા દગ્ધાંગારવાયુ હવામાં બહુજ થોડા પ્રમાણમાં છે એ આપણે જોઈ ગયા. આપણે એ પણ જોઇ ગયા કે **આપણે પ્રાણવાયુનો શ્વાસ લઇએ છીએ અને દગ્ધાંગારવાયુનો ઉચ્છ્વાસ બહાર કાઢીએ છીએ.** હવે જો દુનિઆના બધા માણસો દરેક ઘડીએ આ પ્રમાણે પ્રાણવાયુનો ઉપયોગ કરે અને દગ્ધાંગારવાયુનો ઉછવાસ કરે તો હવામાંથી પ્રાણવાયુ ખલાસ થઈ જાય અને દગ્ધાંગારવાયુ ઘણાજ પ્રમાણમાં હવામાં એકઠો થાય જેથી આપણે જીવી શકીએ નહીં. ઇશ્વરે તેથી સૃષ્ટિમાં ઝાડ બનાવ્યા છે. સૂર્યના પ્રકાશમાં ઝાડનાં લીલાં પાંદડાં એ દગ્ધાંગારવાયુનાં મૂળતત્ત્વો–કાર્બન અને પ્રાણવાયુ–છૂટાં પડે છે જેથી પાછો પ્રાણવાયુ ઉપયોગમાં આવે છે અને આપણે જીવી શકીએ છીએ. કાર્બન ઝાડમાં મળી જાય છે અને વનસ્પતિજીવનને પોષે છે.

ગંધકનો તેજાબ.



ચિત્ર નં. ૧૦.

એ દગ્ધાંગારવાયુ આપણે પ્રયોગશાળામાં બનાવી શકીએ. જો આપણે લીંબુના રસના બે ત્રણ ટીપાં પથરા ઉપર નાંખીએ તો પથરામાંથી વાયુના પરપોટા નીકળશે. એનું કારણ આ છે. ચાકને અંગ્રેજીમાં કેલ્શીઅમ કાર્બોનેટ ($CaCO_3$) કહેવામાં આવે છે. એમાં દગ્ધાંગારવાયુ સંયુક્ત હોય છે, એટલે એમાં કોઇ પણ તેજાબ પડે તો દગ્ધાંગરવાયુ છૂટો પડે.

એ માટે એક લોટામાં ચાક લો (ચિત્ર ૧૦). બે છિદ્રવાળો બુચ રાખી એમાં બે નળી પસાર કરો. એક નળીનો આકાર નાલિ (funnel) જેવો હોય છે. બીજી નળી વાંકી હોય છે જે માર્ફત વાયુ બહાર જઇ શકે. પછી નાલિમાંથી ગંધકનો તેજાબ નાંખો. વાયુના જે પરપોટા આવે તેને ચુનાના પાણીવાળી નળીમાં પસાર કરો. ચુનાનું પાણી ધોળું થઇ જશે. બીજી એક નળીમાં ચોકખું પાણી લઈ એમાં નીલો લીટમસ કાગળ મૂકો અને એમાં એ વાયુ પસાર કરો. નીલો લીટમસ લાલ થશે. એનાં કારણ આપણે પછીથી જોઇશું.

ત્રીજી કસનળીમાં વાયુ પસાર કરી બળતી દિવાસળી ચાંપીશું તો દિવાસળી ઓળવાઇ જશે. આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે દગ્ધાંગારવાયુ

(૧) ચુનાના પાણીને ધોળું કરે છે.

(૨) પાણીમાં દ્રાવણ થયા પછી નીલા લીટમસને લાલ કરે છે.

(૩) બળતી દિવાસળી ઓળવી નાંખે છે.

પ્રકરણ ૧૩.

સ્ફુરક (Phosphorus P) અને તેના પ્રકાર.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) ધોળો સ્ફુરક, (૨) લાલ સ્ફુરક, (૩) ગંધકીત અંગાર, (૪) કશનળીઓ, (૫) મૂષા, (૬) સાહીચુસ કાગળ અને (૭) મદ્યાર્ક.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) લાલ અને પીળો સ્ફુરક બતાવો.

(૨) પીળો જલદ હોવાથી પાણીમાં રાખવામાં આવે છે એ બતાવો.

(૩) પીળા સ્ફુરકનો એક કકડો પાણીની અંદર કાપી બહાર સાહી ચૂસ ઉપર મૂકો. પાણી ચૂસાઈ ગયા પછી સ્ફુરક જાતે જ બળવા માંડશે એ બતાવો.

(૪) પીળા સ્ફુરકનું ગંધકીત અંગાર (carbon bisulphide) માં દ્રાવણ થાય છે એ બતાવો.

(૫) એક ન્હાની મૂષા (crucible) માં લાલ અને પીળા સ્ફુરક મૂકો. લાલને થોડી ગરમી આપો. બન્ને પ્રાણવાયુ સાથે મળી જઈ દગ્ધસ્ફુરક (phosphorus pentoxide) નામે ધોળો ધૂપ ઉત્પન્ન કરે છે તે બતાવો. બન્નેના ભૌતિક ગુણો ભિન્ન હોવા છતાં રસાયન ગુણો એકજ છે તે સિદ્ધ કરો.

જેમ કાર્બન અને ગંધકના અનેક પ્રકાર હોય છે તેમ સ્ફુરકના પણ અનેક પ્રકાર છે; (૧) પીળો અથવા ધોળો સ્ફુરક અને (૨) લાલ સ્ફુરક. પીળો સ્ફુરક બહુ જ જલદ હોવાથી હવાના પ્રાણવાયુ સાથે તરતજ મળી જાય છે એટલે એને પાણીમાં રાખવામાં આવે છે. પાણીમાંથી બ્હાર કાઢવામાં આવે તો તરત જ

સ્ફુરક પ્રાણવાયુ સાથે મળી જશે અને દગ્ધસ્ફુરક (Phosphorus Pentoxide) નેા ધૂપ જોવામાં આવશે. સ્ફુરક આટલેા જલદ હેાવાથી કદાપિ હાથથી એને અડકવું ન જોઇએ, કારણકે હવા સાથે મળવાથી તે બળે છે.

આપણે જોઇ ગયા કે કાર્બન અને ગંધકના ભૌતિક ગુણેા જુદા હેાય છે પણ રસાયન ગુણેા સરખા હેાય છે. તે જ પ્રમાણે સ્ફુરકનું છે.

પીળેા સ્ફુરક.	લાલ સ્ફુરક.
(૧) રંગે પીળેા છે.	(૭) રંગે લાલ છે.
(૨) ગંધ્રકીત અંગારમાં એનું દ્રાવણ થાય છે.	(૩) ગંધ્રકીત અંગારમાં દ્રાવણ નથી થતું.
(૩) બહુ જલદ હેાવાથી પાણીમાં રાખવામાં આવે છે.	(૩) બહુ જલદ નહીં હેાવાથી પાણીમાં રાખવાની જરૂર નથી.
(૪) દિવાસળી ચાંપ્યા વિના એમને એમ બળે છે, અને એમાંથી લાલ સ્ફુરક ઉત્પન્ન થાય છે.	(૫) દિવાસળી ચાંપ્યા પછી બળે છે.

પણ જ્યારે બન્ને પ્રકારના સ્ફુરકને બાળવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી એક જ પદાર્થ નીકળે છે અને તે દગ્ધસ્ફુરકનેા ધૂપ. એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે લાલ અને ધેાળા સ્ફુરક મૂળ સ્ફુરકના બે પ્રકાર છે.

પ્રકરણ ૧૪.

દિવાસળી.

જોઈતા સાધનેાની યાદી.

(૧) લાકડાની ચીપેા, (૨) હરિણુકીય પેાટાશ, (૩) સિંદુર, (૪) ગંધક અથવા ગુંદર, (૫) મેારથુથુ અને (૬) ખટિક ધાતુનેા કેાઇ પણ સંયુક્ત પદાર્થ.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) એક કશનળીમાં ગંધક ઓગાળી અથવા ગુંદર લઈ લાકડાની ચીપો એમાં બોળો જેથી ગંધક અથવા ગુંદર ચ્હોંટી જાય.

(૨) પછી જુદી જુદી મૂષામાં હરિણુકીય પોટાશ, સિંદુર લો અને એ લાકડાની ચીપો પહેલા હરિણુકીય પોટાશમાં બોળી, સિંદુરમાં બોળો.

(૩) એ લાકડાની ચીપો એક દિવસ સુકાવા દો.

(૪) બીજે દહાડે દિવાસળી તૈયાર થશે. પછી એ દિવાસળી બજારમાં વેચાતી દિવાસળીના ખોખા ઉપર જે કાળો ભાગ આવે છે તેના ઉપર ઘસો. એ કાળા ભાગ ઉપર આવેલા લાલ સ્ફુરકની મદદથી હરિણુકીય પોટાશ બળવા માંડશે.

(૫) દિવાસળીની આવી રચના છે તે બતાવો.

(૬) લાલ બપોરિયું કરવું હોય તો એજ દિવાસળી ઉપર ખટિક (સ્ટ્રોન્શીઅમ) નામની ધાતુનો કોઈ પણ સંયુક્ત પદાર્થ ભભરાવો.

(૭) લીલું બપોરિયું કરવું હોય તો તાંબાનો કોઈ પણ સંયુક્ત પદાર્થ જેવો કે મોરથુથુ ભભરાવો.

જૂના વખતમાં બહુજ વિચિત્ર રીતે દેવતા પાડવામાં આવતો. બહુ જૂના કાળમાં ચકમક અને લોખંડનું ઘર્ષણ કરી તેમાંથી અગ્નિ ઉત્પન્ન કરવામાં આવતો.

વખત જતાં રસાયન વિદ્યા કેળવવામાં આવી, જેના પરિણામે દેવતા બીજી રીતે તૈયાર કરવામાં આવતો. એક મૂષામાં **ખાંર, હરિણુકીય પોટાશ** (Potassium Chlorate $KClO_3$) લઈ તેમાં **ગંધકનો તેજાબ** (Sulphuric Acid) નાંખવામાં આવતો જેથી પુષ્કળ અગ્નિ અને પ્રકાશ ઉત્પન્ન થતો. પણ અગ્નિ તૈયાર કરવાની આ પદ્ધતિ ખર્ચાળ અને જોખમભરેલી હતી કારણકે આ બધા પદાર્થો જોખમકારક છે.

સ્ફુરક શોધી કાઢવામાં આવ્યા પછી એનો દિવાસળીમાં ઉપયોગ થયો. લાકડી ઉપર સ્ફુરક અને થોડો ગંધક લગાડવામાં આવતો. એ સ્ફુરક જ્યારે ગમે તે જગ્યા ઉપર ઘસવામાં આવતો

ત્યારે બળતો અને દિવાસળી સળગતી. પણ આમાં એક નવી મુશ્કેલી ઊભી થઇ. પીળા સ્ફુરકમાંથી ઉત્પન્ન થતા ધૂપના પરિણામે દિવાસળીના કારખાનામાં કામ કરતા માણસોના દાંત અને જડબામાં રોગ થવા માંડયો જેથી કાયદા પ્રમાણે પીળા સ્ફુરકનો પ્રતિબંધ થયો.

લાલ સ્ફુરક શોધવામાં આવ્યો પછી આ બધી મુશ્કેલીઓ દૂર થઇ. દિવાસળી ઉપર ગંધક, **હરિણકીય પોટાશ અને સિંદુર (Red Lead** Pb_3O_4) મૂકવામાં આવ્યો. દિવાસળીના ખોખા ઉપર લાલ સ્ફુરક અને ઘર્ષણ વધારવા માટે કાચની ભૂકી મૂકવામાં આવે છે. જ્યારે દિવાસળી ખોખા ઉપર ઘસવામાં આવે છે ત્યારે હરિણકીય પોટાશ લાલ સ્ફુરકની મદદથી બળે છે અને દિવાળળી પ્રકટે છે.

એટલું ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે કે દિવાસળીમાં હરિણકીય પોટાશ, કે સિંદુર કે જે પદાર્થમાં પ્રાણવાયુ વધારે પ્રમાણમાં હોય છે તેનો ઉપયોગ થાય છે.

ફટાકડામાં પણ **હરિણકીય પોટાશ** જેવા પદાર્થો જેમાં પ્રાણવાયુનું પ્રમાણ વિશેષ હોય છે તેનો ઉપયોગ થાય છે અને ફટાકડામાં જે ભુરો રંગ જોવામાં આવે છે તે બળતા ગંધકનો હોય છે. દરેક **દારૂગોળામાં સ્ફુરક અને ગંધક હોય છે જ.** એ જ પ્રમાણે દારૂગોળાની કોઠીઓ બનાવવામાં એ જ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

લાલ અને લીલાં બપોરીઆં પણ એ જ રીતે બને છે. હરિણકીય પોટાશ અને ગંધક ઉપરાંત લાલ બપોરીઆમાં **ખટિક (સ્ટ્રોન્શીઅમ) ધાતુનો** કોઇ પણ સંયુક્ત પદાર્થ વાપરવામાં આવે છે. લીલા બપોરીઆમાં **તાંબાનો** કોઈ પણ **સંયુક્ત પદાર્થ જેવો કે મોરથુથુ** તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પ્રકરણ ૧૫.

તેજાબ (એસીડ).

જોઈતા સાધનોની યાદી.

(૧) કશાનળીઓ, (૨) કશાનળીની પકડ, (૩) ગંધકનો તેજાબ, (૪) મીઠાનો તેજાબ, (૫) સુરાખારનો તેજાબ, (૬) આમલીનો તેજાબ, (૭) લીંબુનો તેજાબ, (૮) સોડા વોટર, (૯) લીંબુ, આમલી, નારંગી વગેરે, (૧૦) લીટમસ પેપર અને મોગરી (૧૧) ખાંડ, ચોખા, ઘઉં, પેપર, રૂ વગેરે, (૧૨) જસત, (૧૩) તાંબું, વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) ગંધકનો તેજાબ Sulphuric Acid, સુરાખારનો તેજાબ Nitric Acid, મીઠાનો તેજાબ Hydrochloric Acid, આમલીનો તેજાબ Tartaric Acid, લીંબુનો તેજાબ Citric Acid, સોડા વોટર વગેરે તેજાબ, જલદ અને મંદ, બતાવો.

(૨) લીંબુ, આમલી, નારંગી, મોસંબી, દ્રાક્ષ વગેરેના અને ઉપર બતાવેલા તેજાબનું એક ટીપું લઈ નીલા લીટમસ ઉપર મૂકો. નીલો લીટમસ લાલ થાય છે તે બતાવો.

(૩) તેજાબમાં આર્દ્રવાયુ હોય છે તે પૂરવાર કરવા કશાનળીમાં લોખંડનો ભુકો કે જસત લઇ મંદ ગંધકનો તેજાબ, સુરાખારનો તેજાબ, અને મીઠાનો તેજાબ નાંખો. આર્દ્રવાયુ છૂટો પડે છે તે બતાવો.

(૪) ગંધકના તેજાબને જુદી જુદી કશાનળીમાં લઇ હરિણક્રીય પોટાશ, રૂ, કાગળ, ખાંડ, ચોખા ઉપર નાંખો. હરિણક્રીય પોટાશમાં ધડાકો થાય છે અને બીજાઓમાં કાર્બન છૂટો પડે છે તે બતાવો. સુરાખારના તેજાબને તાંબા અને જસત ઉપર નાંખો. લાલ-ભૂરા રંગના ધુમાડા નીકળતા બતાવો. આ રીતે તેજાબ જલદ હોય છે તે સિદ્ધ કરો.

(૫) આ બધા તેજાબ ગંધક, સ્ફુરક, કાર્બન જેવી બીજ ધાતુઓમાંથી બનેલાં છે તે બતાવો.

તેજાબ અનેક પ્રકારના છે, જેવા કેઃ—

ગંધકનો તેજાબ	**Sulphuric Acid** (સલ્ફ્યુરીક એસીડ)	H_2SO_4

સ્ફુરકનો તેજાબ	Phosphoric Acid ફોસ્ફોરીક એસીડ	HPO_3
કાર્બનનો ,,	Carbonic Acid કાર્બોનીક એસીડ	H_2CO_3
સુરાખારનો ,,	Nitric Acid નાઇટ્રીક એસીડ	HNO_3
આમલીનો ,,	Tartaric Acid ટારટારિક એસીડ	$C_4O_6H_6$
લીંબુનો ,,	Citric Acid સાઇટ્રીક એસીડ	$C_6H_8O_7$

લીંબુનાં એક બે ટીપાં નીલાં લીટમસ ઉપર નાંખો. તરત જ એ નીલો લીટમસ લાલ થઇ જશે. લીંબુનો રસ નીલી મોગરી ઉપર નાંખવાથી મોગરી લાલ થાય છે એ આ જ ક્રિયા છે.

આમલીનો રસ નીલા લીટમસ ઉપર નાંખવાથી એ જ પરિણામ આવશે.

એ જ પ્રમાણે જુદા જુદા ફળોનો રસ નીલા લીટમસ ઉપર નાંખીએ તો નીલા લીટમસ લાલ થશે.

આપણે જોઇ ગયા (પાનું ૩૪) કે દગ્ધાંગાર વાયુનું પાણીમાં દ્રાવણ કરવાથી લીલો લીટમસ લાલ થાય છે કારણ કે એ વાયુનું પાણીમાં દ્રાવણ થવાથી **કાર્બનનો** તેજાબ ઉત્પન્ન થાય છે. **સોડા વોટર જે આપણે પીએ છીએ તે** દગ્ધાંગારવાયુનું જલદ **દ્રાવણ છે.** એટલે સોડા વોટર પણ નીલા લીટમસને લાલ કરે છે.

ગંધકના તેજાબ, લવણના તેજાબ અને સ્ફુરકના તેજાબના સરખા ગુણ છે.

આ બધા રસને **એસીડ અથવા તેજાબ** કહેવામાં આવે છે જે બધા નીલા લીટમસને લાલ બનાવે છે.

આમાં ગંધકનો, લવણનો, અને સુરોખારનો તેજાબ બહુ જ

જલદ હોય છે, એટલે પ્રયોગ કરતાં આપણે એમાં પાણી નાંખીને મંદ બનાવવો પડે છે.

એવા મંદ તેજાબનું એક ટીપું જીભ ઉપર મૂકો. તમને ખાટું લાગશે. **લીંબુ, આમલી, કેરી, દ્રાક્ષ, વગેરેની ખટાશ અંદર રહેલા તેજાબને અંગે છે.** આમાંના કેટલાક તેજાબો બહુ જ જલદ હોય છે. દાખલા તરીકે ગંધકના તેજાબને રૂ, કાગળ કે અનાજ જેમાં કાર્બનનું તત્ત્વ હોય છે તેમાં નાંખવામાં આવે તો એ પદાર્થોમાં રહેલો કાર્બન છૂટો પડી જાય.

સુરાખારના તેજાબને તાંબા, જસત, કલાઇ વગેરે ઉપર નાંખવામાં આવે તો અંદરથી લાલ–ભૂરા વાયુના ગોટેગોટા નીકળશે અને ઘણી જ ગરમી ઉત્પન્ન થશે. મંદ તેજાબને જસત કે લોખંડ ઉપર નાંખવામાં આવે તો દરેક તેજાબમાં રહેલો **આર્દ્રવાયુ** છૂટો પડી જાય.

વળી એ ઉપરાંત આપણે જોઇ શકીએ છીએ કે આ બધા તેજાબ, ગંધક, સ્ફુરક કે કાર્બનના છે જે ધાતુઓ નથી. આથી આથી આપણે સિદ્ધ કરીએ છીએ કે–

(૧) બધા તેજાબ નીલા લીટમસને લાલ બનાવે છે.
(૨) ,, ,, સ્વાદે ખાટા હોય છે.
(૩) ,, ,, માં આર્દ્રવાયુ સમાયેલો છે.
(૪) ,, ,, જલદ હોય છે.

(૫) તેજાબ સામાન્ય રીતે ગંધક, **સ્ફુરક અને** કાર્બન **જેવી બીનધાતુઓમાંથી બને છે.**

પ્રકરણ ૧૬.

અલ્કલી (Alkali) અને ક્ષાર.

જોઇતા સાધનોની યાદી:—

(૧) દાહક સોડા, (૨) દાહક પોટાશ, (૩) અપાનવાયુનું દ્રાવણ, (૪)

કળીચૂનો, (૫) નવસાર, (૬) સુરોખાર, (૭) કશનળીઓ. (૮) લીટમસ કાગળ, (૯) જામ, (૧૦) ફીનોફથેલીનનું દ્રાવણ, (૧૧) મૂષા અને (૧૨) મઘાર્ક.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) દાહક સોડા, દાહક પોટાશ, અપાનવાયુ, કળીચૂનાનું દ્રાવણ જૂદી જૂદી કશનળીમાં લેા. એમાં લાલ લીટમસ મૂકો, અને લાલ લીટમસ નીલેા થાય છે તે બતાવેા.

(૨) એક જામમાં દાહકસોડાનું દ્રાવણ લઇ ફીનોપ્થેલીનનું એક ટીપું નાંખો. દાહક સોડા લાલ થશે એ બતાવેા. મીઠાંના તેજાબનું એક એક ટીપું અંદર નાંખો. ધીમે ધીમે લાલ રંગ જતો રહેશે અને અંતે જે દ્રાવણ આવે તે ચખાડો. એ ખારૂં લાગશે. એમાં નીલેા અને લાલ લીટમસ મૂકો. કંઈ અસર નહીં થાય. પછી એ દ્રાવણનું બાષ્પીભવન કરો. મીઠાનાં કણ જામમાં રહેશે, એ બતાવેા. અલ્કલી અને તેજાબથી ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય છે તે સિદ્ધ કરો.

અલ્કલી.

(૧) દાહક સોડા	કોસ્ટીક સોડા	Caustic Soda	$NaOH$
(૨) દાહક પોટાશ	કોસ્ટીક પોટાશ	Caustic Potash	KOH
(૩) અપાનવાયુ	એમોનીઆ	Ammonia	NH_3
(૪) કળીચૂનો		Calcium Hydroxide	$Ca(OH)_2$

જૂદી જૂદી કશનળીઓમાં દાહક સોડા, દાહક પોટાશનું દ્રાવણ લેા. એમાં નીલેા લીટમસ નાંખો. નીલા લીટમસ ઉપર કંઈ અસર નહીં થાય. પણ એમાં લાલ લીટમસ નાંખો તેા તે નીલેા થઈ જશે.

એ જ પ્રમાણે કળીચૂનામાં થેાડું પાણી નાંખો. રસાયન વિકારને લીધે પાણીની વરાળ થશે અને લાલ લીટમસ મૂકવાથી નીલેા થઇ જશે.

એ જ પ્રમાણે અપાનવાયુ (જે શરદી દૂર કરવામાં, માથું મટાડવામાં કામ લાગે છે તે) ભરેલી શીશી ઉપર લાલ લીટ-

મસ ધરીએ તો નીલો થઈ જાય. દાહક સોડા, દાહક પોટાશ, અપાનવાયુ અને કળીચૂનાને અલ્કલી કહેવામાં આવે છે.

આ અલ્કલી એટલાં જલદ હોય છે કે જીભ ઉપર મૂકીએ તો ફોલ્લા થાય. આપણે જાણીએ છીએ કે પાનમાં ચૂનો વિશેષ પડે તો જીભ ઉપર ફોલ્લી થાય. પણ એનું થોડું દ્રાવણ આંગળી ઉપર લઈએ તો હાથે સાબુ જેવી અસર ઉત્પન્ન થાય.

દાહક સોડા, સોડીઅમ અથવા ક્ષારજ નામની ધાતુમાંથી બને છે.

દાહક પોટાશ અથવા વજ્રક્ષાર, પોટાશીઅમ અથવા ભસ્મીય ધાતુમાંથી બને છે. ચૂનો કેલ્શીઅમ અથવા ખટિક નામની ધાતુમાંથી બને છે.

આ રીતે ધાતુઓમાંથી અલ્કલી બને છે એ સિદ્ધ થાય છે. પણ એમોનીઆ કોઇપણ ધાતુમાંથી નથી બનતો.

(૧) બધા અલ્કલી લાલ લીટમસને નીલા બનાવે છે.

(૨) ,, ,, સાબુ જેવી અસર ઉત્પન્ન કરે છે.

(૩) ,, ,, જલદ હોય છે

(૪) અલ્કલી સામાન્ય રીતે ધાતુઓમાંથી બનેલાં હોય છે.

ક્ષાર.

મીઠું (મીઠાના તેજાબ અને દાહક સોડાનું સંયુક્ત પરિણામ.)	Sodium Chloride NaCl.
નવસાર (મીઠાના તેજાબ અને અપાનવાયુનું સંયુક્ત પરિણામ.)	Ammonium Chloride NH_4Cl
સુરોખાર (સુરોખારનો તેજાબ અને દાહક પોટાશનું સંયુક્ત પરિણામ.)	Nitre or Potassium Nitrate KNO_3

તેજાબ નીલા લીટમસને લાલ કરે છે, અલ્કલી લાલ લીટમસને નીલો કરે છે. સ્વાભાવિક રીતે આના ઉપરથી અનુમાન કરી શકાય કે તેજાબ અને અલ્કલીનું મિશ્રણ કરીએ તો એક પદાર્થ એવો ઉત્પન્ન થાય જે નીલા લીટમસને લાલ ન કરે, લાલને નીલો ન કરે. એ સિદ્ધ કરવાને કાચના એક જામમાં દાહક સોડાનું દ્રાવણ લો; અને દાહક **સોડામાં ફીનોફ્થેલીન** નામના પદાર્થના દ્રાવણનું એક ટીપું નાંખો કે જે જ્યાંસુધી દાહક **સોડાનું એક ટીપું હશે ત્યાંસુધી એનો રંગ લાલ રાખશે.** પછી નળી માર્ફત **મીઠાનો તેજાબ** ધીમે ધીમે નાંખવાથી તહમને માલમ પડશે કે દાહક **સોડાનો** લાલ રંગ મંદ પડી જાય છે અને અંતે એ રંગ તદ્દન જતો રહે છે. એ બતાવે છે કે હવે દાહક સોડાનું એક પણ ટીપું છૂટું રહેતું નથી. એ દ્રાવણમાં એક નીલો અને લાલ લીટમસ મૂકો. તહમને જણાશે કે નીલો લીટમસ નીલો રહે છે અને લાલ લાલ રહે છે. એ દ્રાવણ ચાખી જુવો; સ્વાદ તમને ખારો લાગશે.

આ દ્રાવણને એક મૂષામાં ઉન્હું કરો જેથી પાણીનો બધો ભાગ જતો રહે. અંતે મૂષામાં મીઠાના રજકણ મળશે.

એવીજ રીતે ગંધકના **તેજાબ** સાથે દાહક **સોડા** કે દાહક **પોટાશ** મેળવીએ તો બીજો ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય.

મીઠાના તેજાબને અપાનવાયુ સાથે મેળવીએ તો નવસાર નામનો ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય. સુરાખારના તેજાબને દાહક પોટાશ સાથે મેળવીએ તો સુરોખાર ઉત્પન્ન થાય. દાહક પોટાશ અને કાર્બોનીક એસીડ મેળવીએ તો પાપડ-ખાર ઉત્પન્ન થાય.

આ પ્રયોગ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે **જ્યારે જ્યારે તેજાબ અને અલ્કલી મળે છે ત્યારે** ક્ષાર ઉત્પન્ન **થાય છે** જે સ્વાદે ખારા હોય છે અને જેની લીટમસ ઉપર કંઈ અસર થતી નથી. ક્ષારના એ ગુણો મુખ્ય છે.

(૧) સ્વાદે ખારા હોય છે.

(૨) નીલા કે લાલ લીટમસ ઉપર કંઇ અસર થતી નથી.

પ્રકરણ ૧૭.

સાબુ.

જોઈતા સાધનોની યાદીઃ—

(૧) દાહકસોડા, (૨) કોપરેલ અથવા દિવેલ અથવા ડોળીયું, (૩) ધોવાનો સોડા, (૪) કાચની નક્કર નળી, (૫) કાચનું વાસણ.

શિક્ષકને સૂચનાઃ—

(૧) સાત ભાગ પાણી લઇ તેમાં એક ભાગ દાહક સોડાનું દ્રાવણ કરો અને એની અંદર પાંચ ભાગ કોપરેલ, કે દિવેલ કે ડોળીયું ધીમે ધીમે ઉમેરો અને નળીથી હલાવ્યા જ કરો. (હલાવવામાં નહીં આવે તો ગઠ્ઠા બાઝી જશે) સાથે સાથે એક ભાગ ધોવાનો સોડા થોડો થોડો ઉમેરતા જાઓ.

(૨) જે પ્રવાહી પદાર્થ મળી આવે છે તેને ઠરવા દો. અમુક કલાક ઠર્યા પછી નક્કર સાબુ તૈયાર થશે.

આપણે જોઇ ગયા કે જ્યારે તેજાબમાં અલ્કલી મળે છે ત્યારે ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય છે. **સાબુ એ એક પ્રકારનો ક્ષાર જ છે.** સાબુ તૈયાર કરવામાં આપણે કોપરેલ, દિવેલ કે ડોળીયું વાપરીએ છીએ જેમાં અમુક તેજાબો હોય છે. હવે એ કોપરેલ, દિવેલ કે ડોળીયામાં આપણે દાહક સોડા જે અલ્કલી છે તે ઉમેરીએ છીએ એટલે સાબુ બને છે. **કોપરેલ, દિવેલ કે ડોળીયામાં રહેલા તેજાબ અને દાહક સોડામાં રહેલા અલ્કલીનો સંયોગ ક્ષાર ઉત્પન્ન કરે છે જેને આપણે સાબુ કહીએ છીએ.**

સાબુ બનાવવામાં ધોવાનો સોડા નાંખવામાં આવે છે તેનું પ્રયોજન એ છે ધોવાના સોડામાં મેલ સાફ કરવાનો ગુણ વિશેષ છે, એટલે એવા સાબુથી મેલ તરત જ સાફ થઈ જાય છે.

એ સામાન્ય અનુભવની વાત છે કે દરિયાના પાણીમાં કપડાં ચોકખાં થતાં નથી. એનું કારણ એ છે કે દરિયાના પાણીમાં ઘણા ક્ષાર હોવાથી સાબુ એ ક્ષાર સાથે રસાયન વિકાર અનુભવે છે અને નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે. તેથી સાબુનું ફીણ થતું નથી. નર્મદા નદીના પાણીમાં કપડાં કાળાં રહે છે એનું એ કારણ છે કે નર્મદા નદી દરિયા પાસે હોવાથી દરિયાનું ક્ષારવાળું પાણી એમાં આવે છે અને સાબુ એ ક્ષાર સાથે મળી જાય છે. જ્યારે તાપી નદીમાં એટલાં બધાં ક્ષાર નહીં હોવાથી સારૂં ફીણ ઉત્પન્ન થાય છે. **જે પાણીમાં ક્ષારનું દ્રાવણ થએલું નથી હોતું તેમાં સારૂં ફીણ હંમેશાં ઉત્પન્ન થાય છે.** જેમ પાણી ચોકખું તેમ ફીણ સારૂં ઉત્પન્ન થાય અને લુગડાં ચોકખાં રહે.

રસાયનો, તેનાં નામ, સંજ્ઞા વગેરે.

પદાર્થોનાં નામ.	સંજ્ઞા.	પદાર્થોનાં મૂળ તત્ત્વોની સંજ્ઞા.	પદાર્થોનાં મૂળ તત્ત્વોનાં અંગ્રેજી નામ.	પદાર્થોનાં મૂળ તત્ત્વોનાં ગુજરાતી નામ.	પદાર્થોનાં ગુજરાતી નામ.
Ammonia	NH_3	N_2, H_2	નાઇટ્રોજન, હાઇડ્રોજન	નત્રવાયુ, આર્દ્રવાયુ	અપાનવાયુ
Ammonium chloride	NH_4Cl	N_2, H_3, Cl_2	નાઇટ્રોજન, હાઇડ્રોજન, ક્લોરીન	નત્રવાયુ, આર્દ્રવાયુ, હરિન	નવસાર
Alum	K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$ 24 H_2O	K, S, O_2, Al	પોટાશીઅમ, સલ્ફર, ઓકસીજન, એલ્યુમીનીયમ	ભસ્મીય, ગંધક, પ્રાણુવાયુ, સ્ફટિક	ફટકડી
Animal charcoal	C	C	કાર્બન	કોલસો	પ્રાણીજ અંગાર
Calcium	Ca	Ca	કેલ્શીઅમ	ખટિક	ખટિક
Carbon	C	C	કાર્બન	કોલસો	કોલસો
Chalk	$CaCO_3$	Ca, C, O_2	કેલ્શીઅમ, કાર્બન ઓકસીજન	ખટિક, કોલસો, પ્રાણુવાયુ	ચાક
Chlorine	Cl_2	Cl_2	ક્લોરીન	હરિન	હરિન
Carbon bisulphide	CS_2	C, S	કાર્બન, સલ્ફર	કોલસો, ગંધક	ગંધકિત અંગાર

Carbon dioxide or carbonic acid gas	CO_2	C, O_2	કાર્બન, ઓકસીજન	કોલસો, પ્રાણવાયુ	દગ્ધાંગારવાયુ
Caustic potash	KOH	K, O_2, H_2	પોટાશીઅમ, ઓકસીજન, હાઇડ્રોજન	ભસ્મીય, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	દાહક પોટાશ
Caustic soda	$NaOH$	Na, O_2, H_2	સોડીઅમ, ઓકસીજન, હાઇડ્રોજન	ક્ષારીય, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	દાહક સોડા
Citric acid	$C_6H_8O_7$	$C, O_2, H_2,$	કાર્બન, ઓકસીજન, હાઇડ્રોજન	કોલસો, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	લીંબુનો તેજાબ
Coal	C	C	,,	કોલસો	કોલસો
Coke	C	C	,,	કોલસો	અર્ધદગ્ધ કોલસો
Copper	Cu	Cu	કોપર	તાંબુ	તાંબુ
Copper oxide	CuO	Cu, O_2	,, ઓકસીજન	,, પ્રાણવાયુ	તામ્રભસ્મ
Copper sulphate	$CuSO_4$	Cu, O_2, S	,, ,, સલ્ફર	,, ,, ગંધક	મોરથુથુ
Diamond	C	C	કાર્બન	કોલસો	હીરો
Flowers of sulphur	S	S	સલ્ફર	ગંધક	ગંધક
Gas carbon	C	C	કાર્બન	કોલસો	અર્ધદગ્ધ કોલસો
Hydrogen	H_2	H_2	હાઇડ્રોજન	આર્દ્રવાયુ	આર્દ્રવાયુ

Hydrochloric acid	HCl	H_2, Cl_2	હાઇડ્રોજન, ક્લોરીન	આર્દ્રવાયુ, હરિન	મીઠાંનો તેજાબ
૮ Iodine	I_2	I_2	આયોડીન	નૈલ	નૈલ
Iron	Fe	Fe	આયર્ન	લોહું	લોહું
Iron oxide	Fe_2O_3	Fe, O_2	આયર્ન, ઓક્સીજન	લોખંડ, પ્રાણવાયુ	કાટ
Magnetic oxide of iron	Fe_3O_4	Fe, O_2	,, ,,	,, ,,	ચુંબકલોહ; લોહચુંબક
Iron sulphide	FeS	Fe, S	,, સલ્ફર	,, ગંધક	ગંધકીત લોહ
Iron sulphate	$FeSO_4$	Fe, S, O_2	,, ,, ઓક્સીજન	,, ગંધક, પ્રાણવાયુ	હીરાકસી
Lampblack	C	C	લેમ્પબ્લેક	કાજળ	કાજળ
Lime	CaO	Ca, O_2	કેલ્શીઅમ, ,,	ખટિક, ,,	કળી ચૂનો
Lime water	$Ca(OH)_2$	Ca, O_2, H_2	કેલ્શીઅમ, ઓક્સીજન, હાઇડ્રોજન	ખટિક, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	કળી ચૂનાનું પાણી
Manganese	Mn	Mn	મેંગેનીઝ	મંગલ	મંગલ
Manganese dioxide	MnO_2	Mn, O_2	,, ઓક્સીજન	મંગલ, પ્રાણવાયુ	મંગલ ભસ્મ
Nitrogen	N_2	N_2	નાઇટ્રોજન	નત્રવાયુ	નત્રવાયુ
Nitric acid	HNO_3	H_2, N_2, O_2	હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન, ઓક્સીજન	આર્દ્રવાયુ, નત્રવાયુ, પ્રાણવાયુ	સુરાખારનો તેજાબ
Nitre	KNO_3	K, N_2, O_2	પોટાશીયમ, નાઇટ્રોજન, ઓક્સીજન	ભસ્મીય, નત્રવાયુ, પ્રાણવાયુ	સુરોખાર
Oxygen	O_2	O_2	ઓક્સીજન	પ્રાણવાયુ	પ્રાણવાયુ

Phosphours	P	P,	ફોસ્ફરસ	સ્ફુરક	સ્ફુરક
Phosphorus pentoxide	P_2O_5	P, O_2	,, ઓકસીજન	,, પ્રાણવાયુ,	દગ્ધ સ્ફુરક
Phosphoric acid	HPO_3	H_2, P, O_2	હાઇડ્રોજન, ફોસ્ફરસ, ઓકસીજન	,, આર્દ્રવાયુ, પ્રાણવાયુ	સ્ફુરકનો તેજાબ
Platinum	Pt	Pt	પ્લેટીનમ	મહારજત	મહારજત
Plastic sulphur	S	S	સલ્ફર	ગંધક	સુનમ્ય ગંધક
Potassium	K	K	પોટાશીઅમ	ભસ્મીય	ભસ્મીય
Potassium chlorate	$KClO_3$	K, Cl_2, O_2	,, ક્લોરીન, ઓકસીજન	,, હરિન, પ્રાણવાયુ,	હરિણકીય પોટાશ
Potassium hydroxide	KOH	K, O_2, H_2	,, ઓકસીજન, હાઇડ્રોજન	,, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	દાહક પોટાશ
Potassium permanganate	$KMnO_4$	K, Mn, O_2	,, મેંગેનીઝ, ઓકસીજન	,, મંગલ, પ્રાણવાયુ	પોટાશીયમ પર્મેંગેનેટ
Red lead	Pb_3O_4	Pb, O_2	લેડ ,,	સીસું, ,,	સિંદુર
Salt	NaCl	Na, Cl_2	સોડીયમ, ક્લોરીન	ક્ષારજ, હરિન	મીઠું
Sodium	Na	Na	,,	,,	ક્ષારજ
Sodium carbonate	Na_2CO_3	Na, C, O_2	,, કાર્બન, ઓકસીજન	,, કોલસો, પ્રાણવાયુ	સાજીખાર; ધોવાનોસોડા
Sulphur	S	S	સલ્ફર	ગંધક	ગંધક

Sulphur dioxide	SO_2	S, O_2	,, ઓકસીજન	,, પ્રાણવાયુ	દગ્ધ ગંધક
Sulphuric acid	H_2SO_4	H_2, S, O_2	હાઇડ્રોજન, સલ્ફર, ઓકસીજન	આર્દ્રવાયુ, ગંધક, પ્રાણવાયુ	ગંધકનો તેજાબ
Sugar	$C_6H_{12}O_6$	C, H_2, O_3	કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઓકસીજન	કોલસો, આર્દ્રવાયુ, પ્રાણવાયુ	ખાંડ
Tartaric acid	$C_4O_6H_6$	C, O_2, H_3	ટાર્ટરીક એસીડ	કોલસો, પ્રાણવાયુ, આર્દ્રવાયુ	આમલીનો તેજાબ
Tin	Sn	Sn	ટીન	કલાઇ–વંગ	કલાઇ
Tin oxide	SnO	Sn, O_2	ટીન, ઓકસીજન	કલાઇ, પ્રાણવાયુ	કલાઇ ભસ્મ
Zinc	Zn	Zn	ઝીંક	જસત	જસત
Zinc oxide	ZnO	Zn, O_2	ઝીંક, ઓકસીજન	જસત, પ્રાણવાયુ	જસત ભસ્મ

પ્રવાહ વિજળી.

પ્રકરણ ૧.

પ્રવાહ વિજળીની ઉત્પત્તિ.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) વોલ્ટાની પુટાવલિ (બેટરી) (૩) લેકલાન્ચે પુટાવલિ, (૩) સાદી પુટાવલિ, (૪) ઘંટડી, (૫) વિજળીનો દીવો વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) વોલ્ટેઈક પુટાવલિ બતાવો. એમાં તાંબાના અને જસતના લંબચોરસ કકડા અને ગંધકનો તેજાબ બતાવો. જસત અને ગંધકના તેજાબ વચ્ચે થતો રસાયનવિકાર બતાવો. અંદરથી નીકળતા આર્દ્રવાયુના ગુણો સમજાવો, અને પુટાવલિના બન્ને ધ્રુવને તારથી વિજળીય ઘંટડી સાથે જોડી ઘંટડી વગાડો.

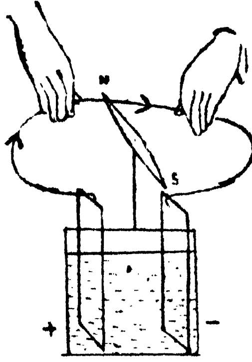
(૨) લેકલાન્ચે બેટરીના અંદરના વાસણમાં કાર્બનનો એક ધ્રુવ અને મંગલ ભસ્મ છે તે બતાવો; અને બહારના વાસણમાં જસતનો બીજો ધ્રુવ અને નવસાર છે તે બતાવો.

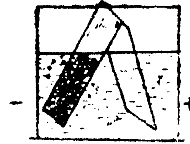
(૩) સાદી પુટાવલિ જે હંમેશા વપરાય છે તે ઉઘાડી જસતના પતરાની સાથે નવસાર છે અને કાર્બન બીજો ધ્રુવ તરીકે મધ્યમાં છે અને તેની આસપાસ મંગલભસ્મ છે તે બતાવો.

આપણે જોઈ ગયા કે અમુક પદાર્થોનું ઘર્ષણ થવાથી જે વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે તેને આપણે ઘર્ષણ વિદ્યુત કહીએ છીએ. હવે આપણે રસાયન પદાર્થોની મદદથી વિજળી ઉત્પન્ન કરીએ.

વોલ્ટા નામના વિજ્ઞાનીએ શોધી કાઢયું કે રસાયનોની મદદથી વિજળી ઉત્પન્ન થઇ શકે. એ વિજ્ઞાનીએ એક વાસણ લીધું અને તેમાં **ગંધકનો મંદ તેજાબ** મૂકયો. એક બાજુ ઉપર **તાંબાનું પતરૂં** મૂકયું અને બીજી બાજુ ઉપર **જસતનું પતરૂં** મૂકયું. (ચિત્ર નં. ૧૧) જસતનું પતરૂં એવું જલદ જણાયું કે ગંધકના તેજાબમાં મૂકતાં જ એ તેજાબમાંથી **આર્દ્રવાયુ** છૂટો પડયો. તાંબાનાં પતરાંને જસતના પતરાં સાથે તાંબાના તારથી જોડી દેતાં જણાયું કે એ તાર માર્ફત વિજળી પસાર થઈ.

વોલ્ટાની પુટાવલિ





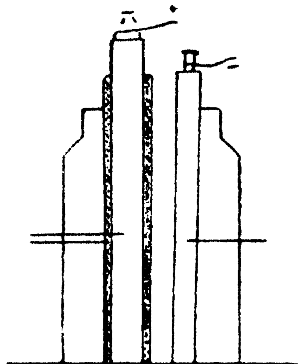
તાંબુ જસત જસત તાંબુ

ચિત્ર નં. ૧૧

આ પ્રકારની રચનાને **વોલ્ટેઇક બેટરી** અથવા **વોલ્ટેઇક પુટાવલિ** નામે ઓળખાય છે કારણકે **વોલ્ટા** નામના ઇટાલીના વિજ્ઞાનીએ શોધી કાઢી હતી.

પણ આ પુટાવલિ જ્યાં ત્યાં લઇ શકાય નહીં. એથી નવી નવી પુટાવલિ શોધી કાઢવામાં આવી જેમાં બે પતરાંનો ઉપયોગ થતો, એક કાર્બનનો અથવા તાંબાનો અને બીજો જસતનો. તેમાંની એક **લેકલાન્શે પુટાવલિ** નામે ઓળખાય છે.

• લેકલાન્શે પુટાવલિ



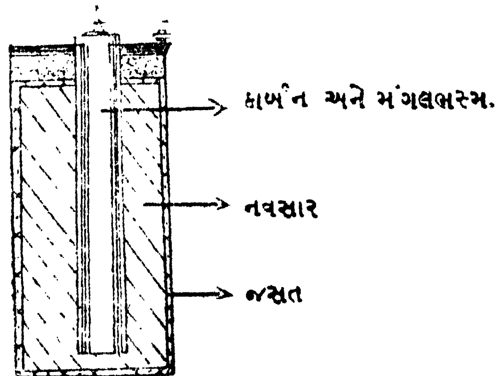
કાર્બન અને મંગલ ભસ્મ. જસત અને નવસાર

ચિત્ર નં. ૧૨

એની અંદર બે વાસણો હોય છે. બ્હારના વાસણમાં **નવસારનું દ્રાવણ અને જસત** હોય છે. અંદરના વાસણમાં **ગેસકાર્બન** અથવા **અર્ધદગ્ધ કોલસા** નામે કોલસાનો એક નળાકાર હોય છે અને એની આસપાસ ગેસકાર્બનનું ચૂર્ણ અને **મંગલભસ્મ**(manganese dioxide) મૂકવામાં આવે છે:(ચિત્ર નં. ૧૨) ગેસકાર્બન + ધ્રુવ કહેવાય છે,જસત –ધ્રુવ કહેવાય છે. જેમ વોલ્ટેઇક પુટાવલિમાં જસત અને ગંધકના તેજાબમાંથી આર્દ્રવાયુ નીકળે છે તેમ અહીં જસત અને નવસારના દ્રાવણમાંથી આર્દ્રવાયુ નીકળે છે અને વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે.

જે બેટરી આપણે હંમેશના ઉપયોગમાં વાપરીએ છીએ તે આ જ પ્રકારની છે. ફેર એટલો જ કે નવસારના દ્રાવણને બદલે **ઘન નવસાર** અંદર હોય છે. એ પુટાવલિ ઉઘાડીએ તો અંદરથી + ધ્રુવ આગળ જસતનું પતરૂં અને નવસાર અને – ધ્રુવ આગળ કાર્બન, અર્ધદગ્ધ કોલસો અને મંગલભસ્મ જોવામાં આવશે. એ બેટરી આપણે ગમે ત્યાં લઇ જઇ શકીએ એ હેતુથી નવસારનું દ્રાવણ વપરાતું નથી.

સાદી પુટાવલિ.



ચિત્ર નં. ૧૩

આ પુટાવલિના બે ધ્રુવને તાંબાના તારથી જોડીએ તો તણખો

ઉત્પન્ન થાય છે. એ તણખાનું કારણ આપણે વિદ્યુતના ઉપપાદનમાં જોઇ ગયા છીએ. જ્યારે જ્યારે વિજળી એકમાંથી બીજામાં પસાર થાય છે ત્યારે વિજળીનો તણખો જોવામાં આવે છે.

પ્રકરણ ૨.

વિજળીના જલદવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો.

સાધનોની યાદી:—

(૧) વિજળી ઉત્પન્ન કરવું વ્હીમશર્ટ (Whimshurt) મશીન, (૨) લાકડાનું સ્ટુલ, (૩) કાચનું સ્ટુલ, (૪) લાકડાનો કકડો, (૫) કાચની નળી, (૬) રેશમ અને રબરથી વીંટાળેલા તાંબાના તાર વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના.

(૧) લાકડાના સ્ટુલ ઉપર એક છોકરાને ઊભો રાખી વિજળી ઉત્પન્ન કરતાં યંત્ર ઉપર એની આંગળી મૂકાવો અને જુવો કે એને વિજળીનો આચકો લાગતો નથી.

(૨) ત્હમે જમીન ઉપર ઉભા રહી છોકરાના શરીરના ભાગોને અડકો અને બતાવો કે છોકરાના નાક અને આંગળીના ટેરવા મારફત વિજળી ત્હમારા શરીરમાં પસાર થાય છે અને ત્હમને આચકો લાગે છે. તીના ભાગોમાંથી વિજળી જલદી પસાર થાય છે એ બતાવો.

(૩) એ રીતે લાકડું મંદવાહક અથવા અવાહક અને પૃથ્વી જલદવાહક છે એ સિદ્ધ કરો.

(૪) એજ પ્રમાણે જમીન ઉપર ઉભા રહી એજ યંત્રને કાચની લાકડીથી અડકો. ત્હમને બિલકુલ આચકો લાગતો નથી એ બતાવો.

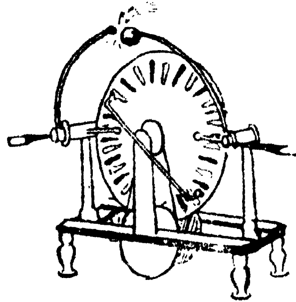
(૫) રેશમથી અને રબરથી વીંટાળેલા તારો બતાવો. એનાથી વિજળીનો આચકો લાગતો નથી એ બતાવો.

(૬) વોલ્ટમાપક યંત્રમાં પાણી મૂકી પુટાવલિ સાથે એનો સંબંધ જોડો, અને વિજળી પાણીમાં પસાર થતી નથી એ બતાવો. પછી એ પાણીમાં ગંધકના તેજાબના બે ટીપાં નાંખો અને પાણીમાં વિજળી પસાર થઈ આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ છૂટા પડે છે તે બતાવો.

આપણે જોઈ ગયા કે જ્યારે પુટાવલિના બે ધ્રુવને તાંબાના તારથી જોડી દેવામાં આવે ત્યારે વિજળી એકદમ એ તાર માર્ફત

વહી જાય છે. એને બદલે આપણે એ બે ધ્રુવને લાકડાની સળીથી જોડીએ તો આપણને વિજળીની અસર નહીં લાગે કારણ કે લાકડું વિજળીવાહક નથી, અને તાંબું વિજળીવાહક છે. વિજળીવાહક પદાર્થોમાં પૃથ્વી સૌથી જલદ છે. તે પછી રૂપું, તે પછી તાંબું; તે પછી એલ્યુમીનીઅમ અને બીજી ધાતુઓ. એ ઉપરાંત પથર પણ વિજળીવાહક પદાર્થ છે. આ કારણને લીધે આપણે વિજળીના વહન માટે તાંબાના તાર વાપરીએ છીએ. રૂપાના તારથી એથી પણ જલદી વિજળી વહી શકે પણ એ તાર મોંઘા પડે એટલે આપણે તાંબાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. મકાન ઉપર વિજળીની અસર ન થાય તે માટે તાંબાનો સળીયો રાખવાનું આજ પ્રયોજન છે. લાકડાનો વાંસ રાખી શકીએ નહીં.

વ્હીમશર્ટ મશીન



ચિત્ર નં. ૧૪

આ કારણને લીધે જ્યારે વિજળીના યંત્ર ઉપર કામ કરનારાઓ કામ કરે છે ત્યારે લાકડાના કે ખાસ બનાવેલા કાચના સ્ટુલ ઉપર ઊભા રહે છે. એમના હથિયારના હાથા લાકડાના બનેલા હોય છે. એનું પ્રયોજન બતાવવા માટે એક છોકરાને સ્ટુલ ઉપર ઉભો રાખી તેનો હાથ વિજળી ઉત્પન્ન કરતા **વ્હીમશર્ટ યંત્ર** ઉપર મૂકાવવો. જ્યાંસુધી એ સ્ટુલ ઉપર ઉભો હશે ત્યાંસુધી એને

વિજળીનો આચકો બીલ્કુલ લાગશે નહીં. પણ જમીન ઉપર આપણે ઉભા રહી એને અડકીએ તો એના શરીરની બધી વિજળી આપણા શરીરમાં પ્રવેશ કરશે અને આપણને આચકો લાગશે. પણ આપણે પણ સ્ટુલ ઉપર ઊભા રહી એને અડકીએ તો આપણને આચકો ન લાગે.

આપણે જોઇ ગયા કે લાકડું વિજળીનું મંદવાહક છે. પાણીની અંદર પણ વિજળી પસાર થઇ શકતી નથી એટલે પાણી પણ અવાહક ગણાય છે. પણ એમાં જો ગંધકનો તેજાબ નાંખીએ તો પાણી વાહક બને છે.

એ પ્રયેાગ સિદ્ધ કરવા માટે એક **વોલ્ટમાપક યંત્ર લો** (પાનું૨૧) અને તેમાં પાણી નાંખી પુટાવલિ સાથે જોડો. વિજળી પસાર નહીં થાય. પછી પાણીમાં ત્રણ ચાર ગંધકના તેજાબનાં ટીપાં નાંખો. આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ ૨ : ૧ પ્રમાણમાં છૂટાં પડી જશે.

એ ઉપરાંત રબર, રેશમ, રૂ, લાખ, એબોનાઇટ વગેરે વિજળીના અવાહક પદાર્થો છે. એબોનાઈટ એ વાહક પદાર્થ હોય તો જે ઘર્ષણ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય તે આપણા શરીર માર્ફત તરત જ પૃથ્વીમાં ઉતરી જાય. એ ઉપરાંત આપણે જોઇએ છીએ કે જમીનમાં જે તાર ઉતાર્યા હોય છે તેની આસપાસ રબર વીંટેલા હોય છે કારણકે રબર મંદવાહક હોવાથી વિજળીના પ્રવાહને પૃથ્વીમાં જતાં અટકાવે છે. વિદ્યુત્શોધક યંત્રના બરૂને રેશમના તારથી લટકાવવાનું આજ પ્રયોજન છે જેથી ઉપપાદન થએલી વિજળી જતી ન રહે. એ ઉપરાંત પ્રયોગશાળામાં પુટાવલિમાં જે તાર વપરાય છે તેની આસપાસ રૂ કે સુતરના તાર વીંટાળવામાં આવે છે; નહીં તો પસાર થતી વિજળી તાર માર્ફત આપણા શરીરમાં પેસે અને આપણને આચકો લાગે.

પ્રકરણ ૩.

વિજળીની અસર અને ઉપયોગ.

જોઈતા સાધનોની યાદી:—

(૧) પુટાવલિ, (૨) તારો, (૩) વિજળીથી ગરમ થતી અસ્ત્રી, (૪) વિજળીથી ગરમ થતી કીટલી, (૫) વિજળીનો ગ્લોબ, (૬) લોખંડનો કકડો, (૭) ચુંબકીય સોય, (૮) ઘંટડી, (૯) તાર મોકલવાનું યંત્ર, (૧૦) વોલ્ટ-માપકયંત્ર વગેરે.

શિક્ષકને સૂચના:—(૧) ત્રણ ચાર પુટાવલિ સાથે તાંબાનો તાર જોડો. તે ગરમ થઈ જાય છે તે બતાવો. વિજળીની ઉષ્ણુતાઅસર સિદ્ધ કરો.

(૨) અસ્ત્રીમાં અને કીટલીમાં વિજળી પસાર કરો. અસ્ત્રી ગરમ થાય છે અને કીટલીમાં પાણી ઉકળવા માંડે છે એ બતાવો.

(૩) ત્રણ ચાર પુટાવલિ સાથે એક લોખંડનો કકડો જોડો. કકડા પાસે ચુંબકીય સોય લાવો. લોખંડનો કકડો લોહચુંબક થઈ સોયના એક ભાગને આકર્ષે છે અને બીજાનો વિરોધ કરે છે તે બતાવો.

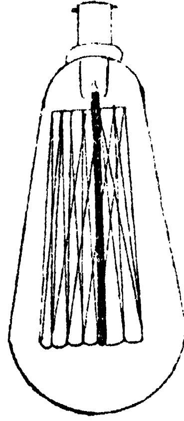
(૪) ત્રણ ચાર પુટાવલિ સાથે તાર મોકલવાનું યંત્ર જોડો. તાર મોકલવાના યંત્રનો વિદ્યુતચુંબક ટકટક અવાજ કરે છે તે બતાવો. વિજળીની ચુંબકીય અસર સિદ્ધ કરો.

(૫) પુટાવલિને વોલ્ટમાપક યંત્ર સાથે જોડો. પાણીમાંથી આર્દ્રવાયુ અને પ્રાણવાયુ છૂટા પડે છે તે બતાવો. વિજળીની રસાયનઅસર સિદ્ધ કરો.

હવે આપણે વિજળીની અસર જોઇએ.

જલદ પુટાવલિના એક ધ્રુવને બીજા ધ્રુવ સાથે એક ઝીણા તાંબાના તારથી જોડીએ તો આપણને માલમ પડશે કે તાર ઘણો જ ગરમ થઈ જશે. જેમ તાર ઝીણો હશે તેમ ગરમ વધારે થશે. તાર ગરમ થવાનું આ કારણ છે. જેમ બે જણ કુસ્તી કરે તો સ્હામ–સ્હામેના ઘર્ષણને લીધે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તેમ તાંબુ વિજળીનો પ્રવાહ જતો અટકાવે છે અને તે અટકાવવાના વિરોધમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે.

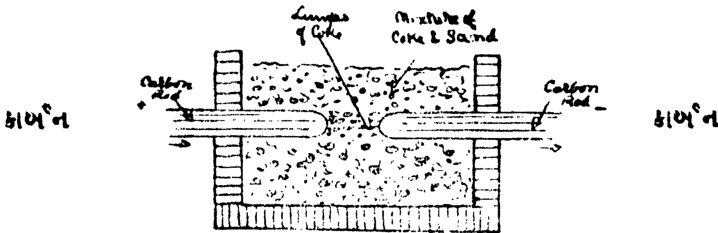
વિજળીનો ગોળો



ચિત્ર નં. ૧૫

ગરમી ઉત્પન્ન કરતી આ અસર ઘણા ઉપયોગમાં આવે છે. વિજળીના ગોળા બરાબર તપાસીશું તો માલમ પડશે કે અંદર કાર્બન કે **મહારજત**ના વાંકા વાળેલા તાર મૂકેલા જણાશે. (ચિત્ર નં. ૧૫) જ્યારે એ તારની અંદર વિજળી પસાર થાય છે ત્યારે એ એટલા બધા ગરમ બની જાય છે કે સુંદર પ્રકાશ આપે છે.

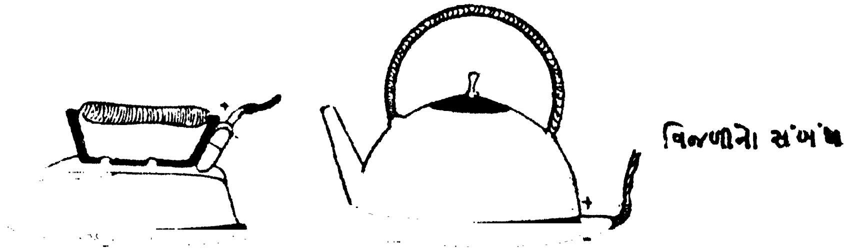
વિજળીની ભઠ્ઠી



ચિત્ર નં. ૧૬

જેવી રીતે આ અસરને લીધે વિજળી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરી શકે તેમ ઘણી ગરમી પણ ઉત્પન્ન કરી શકે. એ સિદ્ધાંત ઉપર **વિજળીની ભઠ્ઠીનો** આધાર છે. (ચિત્ર નં. ૧૬) જ્યારે વિજળીનો પ્રવાહ એ બે **ગેસ કાર્બનના** નળાકારમાં પસાર કરવામાં આવે

છે ત્યારે એ બે નળાકારની વચ્ચે ઘણી જ ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે અને એ ગરમીની મદદથી કાર્બનમાંથી હીરો ઉત્પન્ન કરી શકાય.



ચિત્ર નં. ૧૭

દેવતાથી ગરમ થતી અસ્ત્રીને બદલે વિજળીથી ગરમ થતી અસ્ત્રીનો સિદ્ધાંત આ જ છે. એ અસ્ત્રીની નીચે **એસ્બેસ્ટોસ** કે એવા પદાર્થો રાખવામાં આવે છે જે વિજળીના પ્રવાહ સ્હામે વિરોધ કરવાથી ગરમ થઇ જાય છે અને દેવતાની જરૂર નથી રહેતી. (ચિત્ર નં. ૧૭)

પાણી કે દુધ વિજળીની મદદથી ઉન્હાં કરવાં હોય તો વિજળીથી ચાલતી કીટલીઓ પણ મળે છે જેની નીચેના ભાગમાં અસ્ત્રી માફક **એસ્બેસ્ટોસ**ની વ્યવસ્થા હોય છે. (ચિત્ર નં. ૧૭)

આવી રીતે વિજળીનો વ્યવહારૂ ઉપયોગ ઘણો છે.

હવે આપણે વિજળીની ચુંબકીય અસર જોઈએ. આપણે જોઈ ગયા (પાનું ૩૫, વિ. પ્ર. ભાગ ૧) કે જ્યારે વિજળી પોલાદમાં પસાર થાય છે ત્યારે પોલાદને લોહચુંબક બનાવે છે, **જ્યારે વિજળી લોખંડમાં પસાર થાય છે ત્યારે એને વિદ્યુતચુંબક બનાવે છે જેની અંદર વિજળીનો પ્રવાહ ચાલુ હોય ત્યાં સુધી જ ચુંબકત્વ રહે છે.**

આ પ્રકારનો **વિદ્યુત ચુંબક** પોલાદમાંથી બનાવેલા લોહચુંબક કરતાં ઘણો જ જલદ હોય છે. આપણા શરીરમાં જો બોમ્બ કે

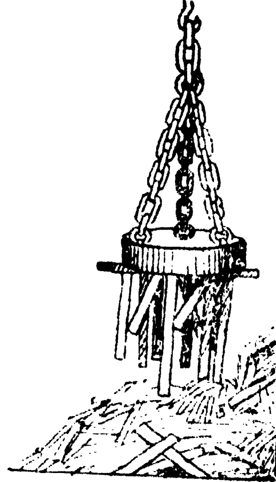
વિદ્યુત ચુંબક



ચિત્ર નં. ૧૮

બંદુકમાંથી છૂટેલી લેાખંડની તીની ધારેા પેસી ગઇ હેાય તેા આ વિદ્યુતચુંબકથી તે બ્હાર ખેંચી શકાય છે. (ચિત્ર નં. ૧૮)

વિદ્યુત ચુંબક



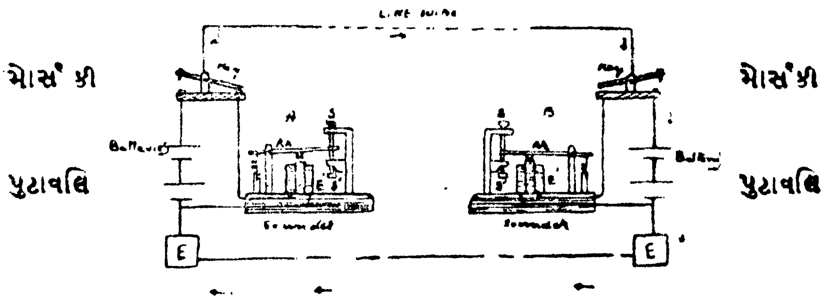
ચિત્ર નં. ૧૯

એ ઉપરાંત આની મદદથી ૨૨ ટન એટલે ૧૨૭૨ મણુ વજન સ્હેલાઇથી ઉંચકી શકાય છે. લેાખંડના મ્હેાટાં કારખાનામાં મેાટા ગર્ડરેા અને પાટાઓ આ વિદ્યુતચુંબકથી

ઊંચકવામાં આવે છે, પહેલાં એ વિદ્યુતચુંબક પાટા ઉપર મૂકવામાં આવે છે અને પછી એમાં વિજળી પસાર કરવામાં આવે છે જેથી ચુંબકત્વ એમાં આવે છે અને પાટા સાંકળની મદદથી ઊંચા કરવામાં આવે છે. હવે જ્યાં એ પાટા ઉતારવાના હોય ત્યાં હોય ત્યાં એને ઉતાર્યા પછી પ્રવાહબંધ કરવામાં આવે છે જેથી વિદ્યુત ચુંબક પાટાથી છૂટું પડી જાય છે અને પછી એ ચુંબકને લઇ લેવામાં આવે છે (ચિત્ર નં. ૧૯)

(૩) આ પ્રકારની ચુંબકીય અસરનો બીજો ઉપયોગ **ટેલીગ્રાફ**માં કરવામાં આવે છે.

તાર મોકલવાનું યંત્ર.

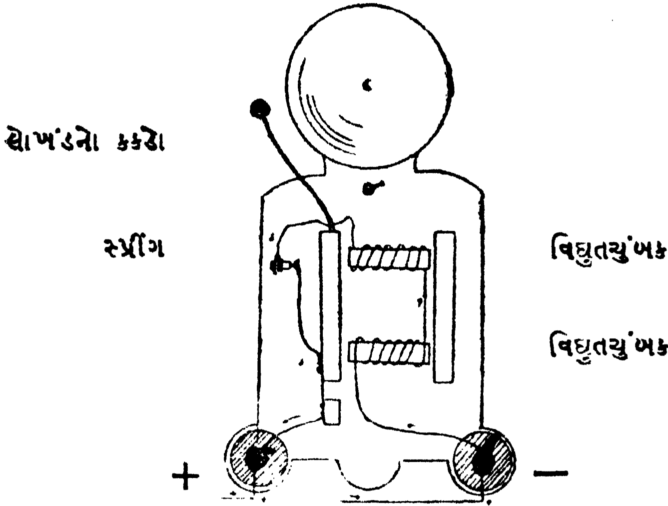


ચિત્ર નં. ૨૦

એ ટેલીગ્રાફમાં મુખ્ય બે વસ્તુ છે. (૧) જ્યાંથી તાર મૂકાય ત્યાં **મોર્સ કી** મૂકવામાં આવે છે અને (૨) જ્યાં તાર મોકલાય ત્યાં **મોર્સ સાઉન્ડર** મૂકવામાં આવે છે. મોર્સ કી માં એક દાબવાની ચાંપ હોય છે. જે દબાવવાથી પુટાવલિમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ બીજે સ્ટેશને મોકલી શકાય. એ ચાંપ દબાય નહીં તો પુટાવલિમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ જઇ શકે નહીં. હવે જ્યારે એ ચાંપ દબાય ત્યારે એ પ્રવાહ મોર્સ સાઉન્ડરમાં આવે. સાઉન્ડરમાં બે વિદ્યુત ચુમ્બકો હોય છે અને તેની ઉપર લોઢાનો એક લંબચોરસ કકડો હોય છે જે બે સ્ક્રુની વચ્ચે મૂકવામાં આવેલો હોય છે. જ્યારે એ વિજળીનો પ્રવાહ વિદ્યુત ચુંબકમાં પસાર થાય છે ત્યારે એમાં ચુમ્બકત્વ આવે છે અને તેના

પરિણામે લોઢાનો લંબચોરસ કકડો આકર્ષાય છે અને બે સ્ક્રુની વચ્ચે કટકટ અવાજ થાય છે. એ અવાજ અમુક પ્રકારના હોય છે જે ઉપરથી તારનો સંદેશો મોકલી શકાય છે.

ઘંટડી



ચિત્ર નં. ૨૧

એ વિદ્યુત ચુંબકનો ઉપયોગ વિજળીથી ચાલતી **ઘંટડીમાં** થાય છે. ઘંટડીમાં બે **વિદ્યુતચુંબકો હોય** છે અને એની સાથે લોખંડનો કકડો હોય છે, અને તેને અંતે એક ગોળ હોય છે. એ કકડાની સાથે એક સ્પ્રીંગ હોય છે. (ચિત્ર નં. ૨૧) જ્યારે એમાં વિજળી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે વિદ્યુતચુંબકમાં ચુંબકત્વ આવે છે જેથી તે આકર્ષાય છે અને ઘંટડી વાગે છે. પણ એ લોખંડનો કકડો આકર્ષાય છે ત્યારે સ્પ્રીંગનો સંબંધ તૂટી જાય છે અને વિજળીનો પ્રવાહ અટકી જાય છે જેથી લોખંડનો કકડો પાછો ફરે છે. એ પાછો ફરે એટલે પાછો વિજળીનો સંબંધ થાય છે અને વિદ્યુતચું-બકમાં ચુંબકત્વ આવે છે અને લોખંડનો કકડો આકર્ષાય છે અને ઘંટડી વાગે છે. એ સંબંધ તૂટવાનો અને જોડાવાનો સમય એટલો અલ્પ હોય છે કે આપણને ઘંટડી સળંગ વાગતી જણાય છે.